

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-028106

(43)Date of publication of application : 27.01.1998

(51)Int.Cl.

H04J 14/00
H04J 14/02
H01S 3/10
H04J 1/00

(21)Application number : 08-179616

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 09.07.1996

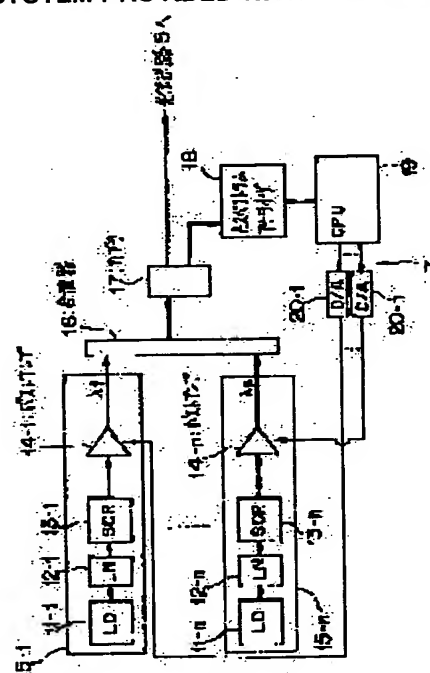
(72)Inventor : IWATA HIROYUKI
SUYAMA MASUO

(54) SIGNAL LIGHT OUTPUT DEVICE AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM PROVIDED WITH THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely control the rate of power of a signal light by controlling the signal light output of a correspondence wave length signal light amplifying optical amplifier part in order to control the power of the signal light at every wave length in signal light which is multiplexed in an optical multiplexing part.

SOLUTION: The multiplexing part 16 multiplexes the signal lights λ_1 - λ_n with plural different wave lengths outputted from signal light output units 15-1 to 15-n. An optical spectrum analyzer 18 takes out a part of the multiplexed signal lights with a coupler 17 and detects the power of the multiplexed signal lights at every wave length. The analyzer 18 monitors respective signal light components by detecting the power of the respective signal lights λ_1 - λ_n . The analyzer 18 separates the inputted signal lights by each signal light, searches the peaks of them and detects the power and the wave lengths of the respective signal lights. Together with it, a command signal is exchanged with CPU 19 connected to the analyzer 18 so that detection data is transmitted to a personal computer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 2 8 1 0 6

(43) 公開日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 1 月 2 7 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04J 14/00			H04B 9/00	E
14/02			H01S 3/10	Z
H01S 3/10			H04J 1/00	
H04J 1/00				

審査請求 未請求 請求項の数 1 5 O L (全 2 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 1 7 9 6 1 6
(22) 出願日 平成 8 年 (1 9 9 6) 7 月 9 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 2 2 3
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号
(72) 発明者 岩田 宏之
神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 3 番 9
号 富士通ディジタル・テクノロジー株式会
社内
(72) 発明者 寿山 益夫
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内
(74) 代理人 弁理士 真田 有

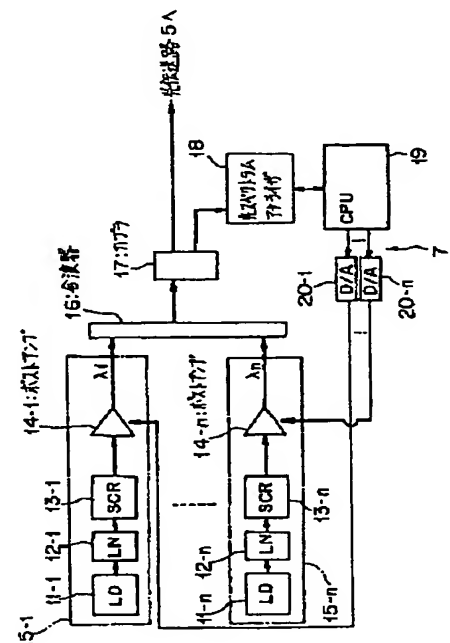
(54) 【発明の名称】 信号光出力装置及び信号光出力装置を有する光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 波長多重伝送により光通信を行なう際に用いる信号光出力装置及び信号光出力装置を有する光伝送システムにおいて、伝送される信号光のパワーや波長の制御を確実にしない、信号光間の伝送特性を一定にしながら信号光の送受を正確に行なえるようにする。

【解決手段】 信号光源 11-1~11-n と光増幅部 13-1~13-n とからなる信号光出力ユニット 15-1~15-n を複数そなえるとともに、信号光出力ユニット 15-1~15-n から出力された信号光を合波する光合波部 16 と、光合波部 16 において合波された信号光の一部を取り出して、信号光のパワーを信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光パワー検出部 18 と、信号光パワー検出部 18 により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、対応波長信号光増幅用光増幅部 14-1~14-n の信号光出力を制御する信号光出力制御手段 19 とをそなえるように構成する。

本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、

前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、

該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワーを前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光パワー検出部と、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光のパワーを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段とをそなえたことを特徴とする、信号光出力装置。

【請求項 2】 該信号光出力制御手段が、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーと予め設定された前記波長毎の信号光のパワーとを比較し、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーが予め設定された前記波長毎の信号光のパワーであるか否かを判定する信号光パワー比較判定手段をそなえ、該信号光パワー比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御するように構成されたことを特徴とする、請求項 1 記載の信号光出力装置。

【請求項 3】 該信号光パワー検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴とする、請求項 1 記載の信号光出力装置。

【請求項 4】 該信号光パワー検出部が、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して該信号光を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に分波する光分波部と、該光分波部により分波された信号光を電気信号に変換する光電変換素子とで構成されたことを特徴とする、請求項 1 記載の信号光出力装置。

【請求項 5】 所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、

前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、

該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光の波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波長検出部と、該信号光波長検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえたことを特徴とする、信号光出力装置。

【請求項 6】 該信号光波長制御手段が、該信号光波長

検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長と予め設定された前記信号光源毎の信号光波長とを比較し、該信号光波長検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長が予め設定された前記信号光源毎の信号光波長であるか否かを判定する信号光波長比較判定手段をそなえ、該信号光波長比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴とする、請求項 5 記載の信号光出力装置。

10 【請求項 7】 前記信号光源毎に光源温度調整部材が付設されるとともに、該信号光波長制御手段が、該対応波長信号光出力用信号光源に付設された該光源温度調整部材を制御することにより、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴とする、請求項 5 記載の信号光出力装置。

【請求項 8】 該信号光波長検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴とする、請求項 5 記載の信号光出力装置。

20 【請求項 9】 所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、

前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、

該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワー及び波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光検出部と、

30 該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光のパワーを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段と、

該信号光検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえたことを特徴とする、信号光出力装置。

40 【請求項 10】 該信号光出力制御手段が、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーと予め設定された前記波長毎の信号光のパワーとを比較し、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーが予め設定された前記波長毎の信号光のパワーであるか否かを判定する信号光パワー比較判定手段をそなえ、該信号光パワー比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御するように構成されるとともに、

該信号光波長制御手段が、該信号光検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長と予め設定された前記信号光源毎の信号光波長とを比較し、該信号光検出部に

より検出された前記信号光源毎の信号光波長が予め設定された前記信号光源毎の信号光波長であるか否かを判定する信号光波長比較判定手段をそなえ、該信号光波長比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴とする、請求項 9 記載の信号光出力装置。

【請求項 1 1】 前記信号光源毎に光源温度調整部材が付設されるとともに、該信号光波長制御手段が、該対応波長信号光出力用信号光源に付設された該光源温度調整部材を制御することにより、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴とする、請求項 9 記載の信号光出力装置。

【請求項 1 2】 該信号光検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴とする、請求項 9 記載の信号光出力装置。

【請求項 1 3】 該光源温度調整部材が、ペルチエ素子で構成されたことを特徴とする、請求項 7, 1 1 のいずれかに記載の信号光出力装置。

【請求項 1 4】 所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえるとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光の波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波長検出部と、該信号光波長検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえてなる信号光出力装置を複数そなえるとともに、

上記複数の信号光出力装置が、光ファイバを介して接続され、

且つ、入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については出力側光ファイバへ出力するとともに、該入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバへ出力する分岐部と、分岐用入力側光ファイバから入力された信号光については該出力側光ファイバへと出力する挿入部とをそなえてなる光分岐挿入装置を、上記複数の信号光出力装置間を接続する該光ファイバの分岐点にそなえ、

上記複数の信号光出力装置間で該光分岐挿入装置を介して信号光の送受を行なうように構成されたことを特徴とする、信号光出力装置を有する光伝送システム。

【請求項 1 5】 所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえるとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光の波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波長検出部と、該信号光波長検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえてなる信号光出力装置を複数そなえるとともに、

なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワー及び波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光検出部と、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光の大きさを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段と、該信号光検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえてなる信号光出力装置を複数そなえるとともに、上記複数の信号光出力装置が、光ファイバを介して接続され、

且つ、入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については出力側光ファイバへ出力するとともに、該入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバへ出力する分岐部と、分岐用入力側光ファイバから入力された信号光については該出力側光ファイバへと出力する挿入部とをそなえてなる光分岐挿入装置を、上記複数の信号光出力装置間を接続する該光ファイバの分岐点にそなえ、

上記複数の信号光出力装置間で該光分岐挿入装置を介して信号光の送受を行なうように構成されたことを特徴とする、信号光出力装置を有する光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】 (目次)

発明の属する技術分野

従来の技術 (図 2 0)

発明が解決しようとする課題 (図 2 0 ~ 図 2 2)

課題を解決するための手段

発明の実施の形態

(a) 光伝送システムの構成 (図 2)

(b) 信号光出力装置 (送信装置) の第 1 実施形態の説明 (図 1 ~ 図 5)

(b 1) 信号光出力装置 (送信装置) の第 1 実施形態の変形例の説明 (図 1 2, 図 1 3)

(b 2) 信号光出力装置 (送信装置) の第 2 実施形態の説明 (図 1 4 ~ 図 1 6)

(b 3) 信号光出力装置 (送信装置) の第 3 実施形態の説明 (図 1 7 ~ 図 1 9)

(b 4) その他

(c) 光分岐挿入装置の説明 (図 6 ~ 図 1 1)

(d) 受信装置の説明

発明の効果

【 0 0 0 2 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長多重伝送により光通信を行なう光伝送システムにおいて、複数の波長

の信号光を送信する送信装置として用いて好適な、信号光出力装置に関し、更には、このような信号光出力装置を有する光伝送システムに関する。

【 0 0 0 3 】

【従来の技術】従来より、例えば海により隔てられた端局間で信号光の送受を行なうべく、海底に光ファイバケーブルを敷設し、光ファイバケーブルに複数設けられた光増幅器を用いて信号光を多中継増幅する光伝送システムが開発されている。このような海底における光伝送システムの一例を図 2 0 に示す。

【 0 0 0 4 】この図 2 0 に示す光伝送システム 1 0 0 は、複数の端局間で双方向通信を行なうためのものであり、複数の端局として、例えば A 局 1 0 1、B 局 1 0 2、C 局 1 0 3 及び D 局 1 0 4 を有しており、これらの A 局～D 局 1 0 1～1 0 4 は、光分岐挿入装置 1 0 5、1 0 6 を介して、光ファイバからなる光伝送路 1 0 7 により相互に接続されている。

【 0 0 0 5 】即ち、図 2 0 に示すように、A 局 1 0 1 と C 局 1 0 3 とは光分岐挿入装置 1 0 5 を介して、また、B 局 1 0 2 と D 局 1 0 4 とは光分岐挿入装置 1 0 6 を介してそれぞれ接続されるとともに、A 局 1 0 1 と B 局 1 0 2、A 局 1 0 1 と D 局 1 0 4、B 局 1 0 2 と C 局 1 0 3、C 局 1 0 3 と D 局 1 0 4 とはそれぞれ光分岐挿入装置 1 0 5、1 0 6 を介して接続されている。

【 0 0 0 6 】なお、A 局～D 局 1 0 1～1 0 4 は、それぞれ単一の波長の信号光を送信する送信装置 1 0 9 と、送信装置 1 0 9 から送信された信号光を受信する受信装置 1 1 0 とからなる送受信装置を複数組そなえている。また、光伝送路 1 0 7 には、伝送される信号光を多中継増幅するための光増幅器 1 0 8 が複数設けられている。

【 0 0 0 7 】このような構成により、図 2 0 に示す光伝送システム 1 0 0 においては、A 局～D 局 1 0 1～1 0 4 間で相互に信号光の送受が行なわれる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】一方において、近年、光波長多重伝送を行なう波長多重 (WDM) 用の光ファイバからなる光伝送路や、WDM 用の光増幅器、更には WDM 用の光分岐挿入装置の研究開発が進んでいる。このような WDM 用の光伝送路、光増幅器及び光分岐挿入装置を用いた光伝送システムにおいては、複数の波長の信号光を 1 本の光伝送路により伝送し、伝送された複数の波長の信号光を 1 つの光増幅器により増幅して、波長により信号光の分岐 (分波) や挿入 (合波) を行なうことにより、信号光を所望の端局へ送信するようになって

いる。

【 0 0 0 9 】ところが、WDM 用の光増幅器においては、その利得に波長依存性があるため、例えば 4 チャンネルの信号光を送信する際に、図 2 1 (a) に示すように各信号光のパワーの比率が一定であっても、多中継増幅されて伝送された後の各信号光のパワーの比率は、図

2 1 (b) に示すように一定ではなくなる。なお、図 2 1 (b) に示す ASE (Amplified Spontaneous Emission; 自然放光) は、光増幅器において生じる雑音光である。

【 0 0 1 0 】このように、伝送後の各信号光のパワーの比率が一定ではなくなると、各信号光の S/N 比が等しくなくなるため、光伝送システムにおける信号光の伝送特性が劣化することになる。このため、伝送後の各信号光の S/N 比が等しくなるように、信号光を送信する際に、各信号光のパワーの比率を変えるプリエンファシスが行なわれている。

【 0 0 1 1 】例えば図 2 2 (a) に示すように、利得が高い波長の信号光のパワーを弱めてプリエンファシスを行なうと、伝送後の各信号光のパワーの比率は、図 2 2 (b) に示すように一定となるため、各信号光の S/N 比を等しくすることができる。この際、プリエンファシスの設定が変化すると、伝送後の各信号光の S/N 比が変化するため、プリエンファシスの設定の変化を防ぐために、各信号光を出力するレーザダイオード (LD) のバックパワーをモニタし、その大きさに応じて各 LD の出力を増減させて各信号光のパワーが常にプリエンファシスにて設定された値となるような自動パワー制御 (Automatic Power Control ; APC) が行なわれている。

【 0 0 1 2 】しかしながら、各 LD の後段には変調器や偏波スクランブラ等の装置が設けられており、これらの装置を介して各 LD からの信号光が伝送される際に、信号光が損失するのであるが、このときの損失の程度が各装置により異なることから各信号光毎に損失の程度が異なり、上記の自動パワー制御を行なっても各信号光のパワーが設定値となるように制御することができないという課題がある。

【 0 0 1 3 】このため、各 LD の前方向のパワーとして損失を受けた後の各信号光のパワーをモニタし、その大きさに応じて各 LD の出力を増減させて各信号光のパワーが設定値となるように制御する技術が特開平 5 - 3 2 7 6 6 2 号公報で開示されている。しかしながら、上記の自動パワー制御や特開平 5 - 3 2 7 6 6 2 号公報で開示されている技術においては、各信号光のパワーの制御を各 LD の出力を変化させることにより行なっており、このように LD の出力を変化させると LD の近傍の温度が変化するため、LD からの出力信号光の波長が変化する。

【 0 0 1 4 】図 2 0 に示すような従来よりの光伝送システム 1 0 0 においては、各信号光毎に光伝送路 1 0 7 が設けられているため、出力信号光の波長が若干変化しても信号光の送受を確実に行なうことができるが、光波長多重伝送を行なう WDM 用の光伝送システムにおいては、出力信号光の波長が変化すると光分岐挿入装置の信号光の分岐挿入特性が変化することがあり、このような場合には信号光の送受を正確に行なうことができなくな

るという課題がある。

【 0 0 1 5 】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、簡素な構成により波長多重伝送される各信号光のパワーや波長の制御を確実に行ない、各信号光間の伝送特性を一定にしながら信号光の送受を正確に行なえるようにした、信号光出力装置及び信号光出力装置を有する光伝送システムを提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の信号光出力装置は、所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワーを前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光パワー検出部と、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光のパワーを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段とをそなえたことを特徴としている（請求項 1）。

【 0 0 1 7 】また、本発明の信号光出力装置は、該信号光出力制御手段が、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーと予め設定された前記波長毎の信号光のパワーとを比較し、該信号光パワー検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーが予め設定された前記波長毎の信号光のパワーであるか否かを判定する信号光パワー比較判定手段をそなえ、該信号光パワー比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御するように構成されたことを特徴としている（請求項 2）。

【 0 0 1 8 】さらに、本発明の信号光出力装置は、該信号光パワー検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴としてもよく（請求項 3）、該信号光パワー検出部が、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して該信号光を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に分波する光分波部と、該光分波部により分波された信号光を電気信号に変換する光電変換素子とで構成されたことを特徴としてもよい（請求項 4）。

【 0 0 1 9 】また、本発明の信号光出力装置は、所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光の波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波

長検出部と、該信号光波長検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえたことを特徴としている（請求項 5）。

【 0 0 2 0 】さらに、本発明の信号光出力装置は、該信号光波長制御手段が、該信号光波長検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長と予め設定された前記信号光源毎の信号光波長とを比較し、該信号光波長検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長が予め設定された前記信号光源毎の信号光波長であるか否かを判定する信号光波長比較判定手段をそなえ、該信号光波長比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴としている（請求項 6）。

【 0 0 2 1 】また、本発明の信号光出力装置は、前記信号光源毎に光源温度調整部材が付設されるとともに、該信号光波長制御手段が、該対応波長信号光出力用信号光源に付設された該光源温度調整部材を制御することにより、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴としている（請求項 7）。

【 0 0 2 2 】さらに、本発明の信号光出力装置は、該信号光波長検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴としている（請求項 8）。また、本発明の信号光出力装置は、所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワー及び波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光検出部と、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光のパワーを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段と、該信号光検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえたことを特徴としている（請求項 9）。

【 0 0 2 3 】さらに、本発明の信号光出力装置は、該信号光出力制御手段が、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーと予め設定された前記波長毎の信号光のパワーとを比較し、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーが予め設定された前記波長毎の信号光のパワーであるか否かを判定する信号光パワー比較判定手段をそなえ、該信号光パワー比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信

号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御するように構成されるとともに、該信号光波長制御手段が、該信号光検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長と予め設定された前記信号光源毎の信号光波長とを比較し、該信号光検出部により検出された前記信号光源毎の信号光波長が予め設定された前記信号光源毎の信号光波長であるか否かを判定する信号光波長比較判定手段をそなえ、該信号光波長比較判定手段での比較判定結果に基づいて、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴としている（請求項 1 0）。

【 0 0 2 4 】 また、本発明の信号光出力装置は、前記信号光源毎に光源温度調整部材が付設されるとともに、該信号光波長制御手段が、該対応波長信号光出力用信号光源に付設された該光源温度調整部材を制御することにより、該対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御するように構成されたことを特徴としている（請求項 1 1）。

【 0 0 2 5 】 さらに、本発明の信号光出力装置は、該信号光検出部が、光スペクトル分析器で構成されたことを特徴としている（請求項 1 2）。また、本発明の信号光出力装置は、該光源温度調整部材が、ペルチエ素子で構成されたことを特徴としている（請求項 1 3）。さらに、本発明の信号光出力装置を有する光伝送システムは、所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえるとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光の波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波長検出部と、該信号光波長検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえてなる信号光出力装置を複数そなえるとともに、上記複数の信号光出力装置が、光ファイバを介して接続され、且つ、入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については出力側光ファイバへ出力するとともに、該入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバへ出力する分岐部と、分岐用入力側光ファイバから入力された信号光については該出力側光ファイバへと出力する挿入部とをそなえてなる光分岐挿入装置を、上記複数の信号光出力装置間を接続する該光ファイバの分岐点にそなえ、上記複数の信号光出力装置間で該光分岐挿入装置を介して信号光の送受を行なうように構成されたことを特徴としている（請求項 1 4）。

【 0 0 2 6 】 また、本発明の信号光出力装置を有する光

伝送システムは、所望の波長の信号光を出力する信号光源と、該信号光源から出力された信号光を増幅する光増幅部とからなる信号光出力ユニットを複数そなえるとともに、前記信号光出力ユニットから出力された複数の異なる波長の信号光を合波する光合波部と、該光合波部において合波された信号光の一部を取り出して、該信号光のパワー及び波長を前記信号光源における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光検出部と、該信号光検出部により検出された前記波長毎の信号光のパワーに基づいて、該光合波部において合波された信号光における前記波長毎の信号光の大きさを制御すべく、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御する信号光出力制御手段と、該信号光検出部により検出された該信号光の波長に基づいて、該光合波部において合波された信号光の波長を制御すべく、対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御する信号光波長制御手段とをそなえてなる信号光出力装置を複数そなえるとともに、上記複数の信号光出力装置が、光ファイバを介して接続され、且つ、入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については出力側光ファイバへ出力するとともに、該入力側光ファイバから入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバへ出力する分岐部と、分岐用入力側光ファイバから入力された信号光については該出力側光ファイバへと出力する挿入部とをそなえてなる光分岐挿入装置を、上記複数の信号光出力装置間を接続する該光ファイバの分岐点にそなえ、上記複数の信号光出力装置間で該光分岐挿入装置を介して信号光の送受を行なうように構成されたことを特徴としている（請求項 1 5）。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（ a ） 光伝送システムの構成

図 2 は本発明にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 8 】 この図 2 に示す光伝送システム 1 0 は、波長多重（WDM）伝送により複数の端局間で光通信を行なうためのものであり、複数の端局として、例えば A 局 1、B 局 2 及び C 局 3 を有しており、これらの A 局～C 局 1～3 は、光分岐挿入装置 4 を介して、光ファイバからなる光伝送路 5 により相互に接続されている。ここで、A 局 1 は、複数の波長の信号光を出力して送信する送信装置 7 をそなえることにより送信局として機能するものであり、B 局 2 は、他の端局（図 2 では A 局 1 及び C 局 3）の送信装置 7 から送信された信号光を受信する受信装置 8 をそなえることにより受信局として機能するものである。また、C 局 3 は、複数の波長の信号光を出力して送信する送信装置 7 と、他の端局（図 2 では A 局 1）の送信装置 7 から送信された信号光を受信する受信

装置 8 とをそなえることにより、送受信局として機能するものである。

【0029】そして、本発明にかかる信号光出力装置は、A 局 1 ~ C 局 3 における送信装置 7 として用いられるものであり、その構成及び機能については後述にて詳細に説明する。また、光分岐挿入装置 4 は、複数の端局（図 2 では A 局 1、B 局 2 及び C 局 3）を相互に接続した光伝送路 5 の分岐点に設けられ、この光伝送路 5 を介してこれらの端局 1 ~ 3 から入力された所望の波長の信号光を所望の端局 1 ~ 3 へ出力することにより、複数の端局間で信号光の伝送を行なえるようにするものである。この光分岐挿入装置 4 についても、詳細については後述する。

【0030】なお、光伝送路 5 には、伝送される信号光を多中継増幅するための光増幅器 6 が複数設けられている。上述の構成により、図 2 に示す光伝送システム 10 においては、A 局 1 から複数の波長の信号光が送信されるとともに C 局 3 から信号光が送信されると、これらの信号光は光伝送路 5 を介して光分岐挿入装置 4 へ入力される。

【0031】光分岐挿入装置 4 では、A 局 1 から送信された信号光のうちの所望の波長の信号光については、C 局 3 から送信された信号光と合波されて B 局 2 へ出力されるとともに、A 局 1 から送信された信号光のうちの他の波長の信号光については、分岐されて C 局 3 へ出力される。

(b) 信号光出力装置（送信装置）の第 1 実施形態の説明

図 1 は本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図である。

【0032】この図 1 に示す信号光出力装置 7 は、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を出力する際に、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを予め設定された値となるように調整して出力するものであり、前述のごとく、図 2 に示すような光伝送システム 10 において、相互に信号光の送受信を行なう複数の端局（図 2 においては A 局 1 及び C 局 3）の送信装置として用いられるものである。

【0033】ここで、信号光出力装置 7 は、図 1 に示すように、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n、合波器 16、光スペクトラムアナライザ（光スペクトル分析器）18 及び中央処理装置（CPU）19 をそなえている。なお、17 は 10 : 1 カブラであり、20-1 ~ 20-n は D/A 変換器である。

【0034】また、図 1 においては、信号光が通るルートを太線で示し、電気信号が通るルートを細線で示している。信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n は、波長 1550 nm から 1560 nm の範囲において 2 nm 間隔でそれぞれ異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を出力するものである。

【0035】この信号光出力ユニット 15-1 は、所望

の波長の信号光（図 1 においては λ_1 ）を出力する信号光源としてのレーザダイオード（LD）11-1、LD 11-1 から出力された信号光を変調する変調器 12-1、変調器 12-1 から出力された信号光をランダム符号系列に変換するスクランブラ（Scrambler ; SCR）13-1 及び SCR 13-1 から出力された信号光を所望の大きさに増幅する光増幅部としてのポストアンプ 14-1 をそなえている。

【0036】また、他の信号光出力ユニット 15-n も、所望の波長の信号光（図 1 においては λ_n ）を出力する信号光源としてのレーザダイオード（LD）11-n、LD 11-n から出力された信号光を変調する変調器 12-n、変調器 12-n から出力された信号光をランダム符号系列に変換するスクランブラ（Scrambler ; SCR）13-n 及び SCR 13-n から出力された信号光を所望の大きさに増幅する光増幅部としてのポストアンプ 14-n をそなえている。

【0037】なお、本実施形態における変調器 12-1 ~ 12-n としては、ニオブ酸リチウム（LiNbO₃ ; LN）マッハツェンダ型変調器（この LN マッハツェンダ型変調器は図 1 では LN で表記されている）が用いられているが、半導体の電界吸収効果を用いた吸収（Electric Absorption ; EA）型変調器を用いてもよい。

【0038】また、ポストアンプ 14-1 ~ 14-n は、図 3 に示すように、それぞれエルビウムドープファイバ（EDF）14a、光アイソレータ 14b、光カブラ 14c、ポンプレーザダイオード（以下ポンプ LD という）14d、トランジスタ 14f 及び抵抗 14e、14g をそなえて構成されているが、このポストアンプ 14-1 ~ 14-n についての詳細な説明については後述する。なお、図 3 においては、ポストアンプ 14-i（ $i = 1, \dots, n$ ）について示している。

【0039】さらに、合波器 16 は、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n から出力された複数の異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を合波する光合波部として機能するものである。また、光スペクトラムアナライザ（光スペクトル分析器）18 は、合波器 16 において合波された信号光の一部をカブラ 17 を介して取り出して、合波された信号光のパワーを、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n の LD 11-1 ~ 11-n における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光パワー検出部として機能するものである。

【0040】即ち、光スペクトラムアナライザ 18 は、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを検出することにより、合波された信号光における各信号光成分をモニタするものである。ここで、光スペクトラムアナライザ 18 は、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ からなる信号光が入力されると、入力された信号光を各信号光毎に分離してこれらの信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のピーク

サーチを行なうことにより、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーや波長を検出するとともに、この光スペクトラムアナライザ18と接続されたパーソナルコンピュータ(図1においてはCPU19)とコマンド信号の送受を行なうことにより、パーソナルコンピュータへ検出データを送信するものである。

【0041】具体的には、例えば図4に示すように、モノクロメータ18a、フォトダイオード18b、トランスインピーダンス増幅器18c、ディスプレイ18d、制御部18e及び電流源18fで構成されている。合波された信号光が光スペクトラムアナライザ18に入力されると、入力された信号光はモノクロメータ18aにて各信号光毎に分離され、分離された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は、フォトダイオード18bにて検出された後にトランスインピーダンス増幅器18cにて所定の大きさに増幅されて、この増幅された信号に基づいて各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーや波長等が検出され、検出結果がディスプレイ18dに表示される。

【0042】また、検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーや波長等のデータは、制御部18e内に設けられたメモリに格納され、図4においては図示しないパーソナルコンピュータからの送信要求に応じて、このパーソナルコンピュータへ送信される。本実施形態においては、光スペクトラムアナライザ18における動作は、光スペクトラムアナライザ18と接続されたパーソナルコンピュータ(即ち図1に示すCPU19)により統括制御されている。

【0043】なお、光スペクトラムアナライザ18の分解能(RESOLUTION)は、0.2nm程度でよく、これ以上の精度は必要ない。また、検出データの送信においては、RS232CやGPIB等の規格が用いられる。ところで、CPU19は、前述のごとく、光スペクトラムアナライザ18における動作を制御するとともに、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ14-1~14-nの信号光出力を制御する信号光出力制御手段として機能するものである。

【0044】そして、この信号光出力制御手段としての機能を実現するために、CPU19は、図3に示すように、プリアンファシス(このプリアンファシスとは、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を送信する際に各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの比率を変えることである)により設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値(即ち各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの初期設定値)を格納するメモリ19aを有するとともに、信号光パワー比較判定部19b及びポストアンプ制御部19cに相当する機能をソフトウェアの処理により実現している。

【0045】信号光パワー比較判定部19bは、光スペクトラムアナライザ18から各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の検出

データが入力されると、入力された信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対応する信号光のパワーの初期設定値をメモリ19aから読み出して、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーと、プリアンファシスにより設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーとを比較し、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値がプリアンファシスによる設定値であるか否かを判定するものである。

【0046】また、ポストアンプ制御部19cは、信号光パワー比較判定部19bでの比較判定結果に基づいて、対応するポストアンプ14-1~14-nの信号光出力を制御する出力制御信号を出力するものである。さらに、ポストアンプ制御部19cから出力された出力制御信号は、D/A変換器20-1~20-nによりD/A変換されて、ポストアンプ14-1~14-nへ入力される。なお、図3においては、D/A変換器20-i($i=1, \dots, n$)について示している。ここで、前述したポストアンプ14-1~14-nについて説明する。

【0047】一般に、複数の波長の信号光を送信する際には、各信号光のパワーの比率を変えるプリアンファシスが行なわれており、各信号光のパワーが常にプリアンファシスにて設定された値となるように、各信号光を出力するLDを制御してその出力を変化させているが、このようにLDの出力を変化させるとLDの近傍の温度が変化するため、LDからの出力信号光の波長が変化する。

【0048】図20に示すような従来よりの光伝送システム100においては、各信号光毎に光伝送路107が設けられているため、出力信号光の波長が若干変化しても信号光の送受を確実にこなうことができるが、図2に示すような光伝送システム10においては、出力信号光の波長が変化すると後述にて詳細に説明するような光分岐挿入装置4の信号光の分岐挿入特性が変化することがあり、このような場合には信号光の送受を正確に行なうことができないことがある。

【0049】そこで、本実施形態にかかる信号光出力装置7では、各信号光出力ユニット15-1~15-n毎にそれぞれポストアンプ14-1~14-nを設けて、CPU19によりこれらのポストアンプ14-1~14-nで増幅された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の出力レベルを制御することにより、LD11-1~11-nからの出力を変化させることなく(即ち信号光の波長を変化させることなく)、各信号光毎にその信号光パワーを制御しているのである。

【0050】具体的には、ポストアンプ14-1~14-nは、前述のごとく、図3に示すように、それぞれエルビウムドープファイバ(EDF)14a、光アイソレータ14b、光カップラ14c、ポンプLD14d、トランジスタ14f及び抵抗14e、14gをそなえて構成

されている。ここで、エルビウムドープファイバ (EDF) 14 a は、光増幅部として機能する部分であり、ポンプ LD 14 d は、所定の帯域 (例えば 1.47 μ m 帯域や 0.98 μ m 帯域) の励起光を生じる励起光源であり、EDF 14 a とポンプ LD 14 d とは光カブラ 14 c を介して接続されている。

【0051】また、トランジスタ 14 f は、ポンプ LD 14 d のバイアス電流を制御することにより、ポンプ LD 14 d における励起光出力を制御するものである。このトランジスタ 14 f においては、コレクタ 14 f-3 はポンプ LD 14 d と接続されるとともに、エミッタ 14 f-2 は抵抗 14 g と接続されている。また、ベース 14 f-1 は抵抗 14 e 及び D/A 変換器 20-i を介して CPU 19 のポストアンプ制御部 19 c と接続されている。

【0052】なお、光カブラ 14 c の後段には、反射した信号光がポストアンプ 14-i に入力されることを防ぐ光アイソレータ 14 b が設けられている。このような構成により、ポストアンプ 14-i においては、CPU 19 のポストアンプ制御部 19 c からの出力制御信号が D/A 変換器 20-i を介して入力されると、トランジスタ 14 f のコレクタ 14 f-3 からエミッタ 14 f-2 へ流れる電流が変化し、これに伴ってポンプ LD 14 d のバイアス電流が変化する。

【0053】このようにポンプ LD 14 d のバイアス電流が変化すると、ポンプ LD 14 d における励起光出力が変化することにより、EDF 14 a での光増幅が制御されて、ポストアンプ 14-i の信号光出力が制御される。なお、このポストアンプ 14-i の出力パワーは、約 +10 dBm である。上述の構成により、本実施形態にかかる信号光出力装置 7 においては、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n からそれぞれ異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が出力されると、出力された複数の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は合波器 16 により合波されて光伝送路 5 へ出力される。

【0054】一方で、合波器 16 において合波された信号光の一部が、カブラ 17 を介して光スペクトラムアナライザ 18 に入力され、光スペクトラムアナライザ 18 では入力された信号光から合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーが検出され、CPU 19 では、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ 14-1 ~ 14-n の信号光出力を制御する。

【0055】このときの光スペクトラムアナライザ 18 及び CPU 19 の行なう動作の一例を、図 5 を用いて更に説明する。制御の対象となる信号光を λ とすると、まず、CPU 19 では、m が 0 にリセットされた後に (ステップ A1)、m が 1 にセットされることにより制

御の対象となる信号光が λ となる (ステップ A2)。

【0056】これを受けて、光スペクトラムアナライザ 18 では、合波器 16 により合波された信号光がカブラ 17 を介して取り出された後モニタされ (ステップ A3)、信号光 λ のピークサーチが行なわれる (ステップ A4)。更に、光スペクトラムアナライザ 18 では、信号光 λ の信号光のパワー (ピークパワー) が検出されて、検出された信号光 λ のパワーの値は、CPU 19 からの送信要求に応じて CPU 19 へ送信される (ステップ A5)。

【0057】CPU 19 においては、信号光パワー比較判定部 19 b では、検出された信号光 λ のパワーの値が入力されると、プリエンファシスにより設定された信号光 λ のパワーの初期設定値がメモリ 19 a から読み出されて、検出された信号光 λ のパワーの値と初期設定値とが比較され、まず、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値から ± 0.5 dB 以内の範囲にあるか否かが判定される (ステップ A6)。

【0058】ここで、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値から ± 0.5 dB 以内の範囲にある場合には、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値であるとみなされるため、信号光 λ を増幅するポストアンプ 14-1 の信号光の出力の制御は行なわれない (ステップ A6 の YES ルートからステップ A10)。

一方で、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値から ± 0.5 dB 以内の範囲にない場合には、続いて、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値から 0.5 dB 以上の範囲にあるか否かが判定される (ステップ A6 の NO ルートからステップ A7)。

【0059】ここで、検出された信号光 λ のパワーの値が初期設定値から 0.5 dB 以上の範囲にある場合は、ポストアンプ 14-1 のバイアス電流を 5 mA ステップで減少させるような出力制御信号が出力され、信号光 λ を増幅するポストアンプ 14-1 の信号光の出力の制御が行なわれる (ステップ A7 の YES ルートからステップ A8)。

【0060】また、初期設定値から 0.5 dB 以上の範囲にない場合 (即ち初期設定値から 0.5 dB 以下の範囲にある場合) は、ポストアンプ 14-1 のバイアス電流を 5 mA ステップで増加させるような出力制御信号が出力され、信号光 λ を増幅するポストアンプ 14-1 の信号光の出力の制御が行なわれる (ステップ A7 の NO ルートからステップ A9)。

【0061】このようにして、信号光 λ の制御が終了すると、CPU 19 では、 $m=n$ であるかが判断されることにより全ての信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の制御が終了したか否かが判定され (ステップ A10)、この場合は $m=1$ であり全ての信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の制御が終了していないため、信号光 λ 以外の信号光の制御が開始される (ステップ A10 の NO ルートからステップ A2)。

【0062】信号光 λ_i 、以外の信号光の制御も、上述のステップA2～ステップA9にて説明した場合と同様に行なわれ、信号光 λ_i の制御が終了すると、ステップA10においては $m=n$ であると判断されるため、各信号光のパワーの制御が終了する(ステップA10のYESルート)。なお、上述したような各信号光のパワーの制御は、例えば1日に数回行なわれる。

【0063】このように本実施形態にかかる信号光出力装置7においては、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波されて出力される際に、光伝送路5への入力端において各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波された信号光の一部を分岐して取り出して、光スペクトラムアナライザ18により各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーをモニタして、CPU19により、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値が初期設定値であるかを監視しながら、常に各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値が初期設定値であるように各ポストアンプ14-1～14-nの信号光出力を制御することにより、プリアンファシスにより設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの比率を確実に制御することができる。

【0064】また、各ポストアンプ14-1～14-nの信号光出力を制御することにより各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御しているため、従来の信号光出力装置のような信号光源(LD)の出力を制御することによる信号光の波長の変化を防ぐことができる。これにより、図2に示すような波長多重(WDM)伝送を行なう光伝送システム10において、送信装置7における信号光を出力する際のプリアンファシスを長期的に安定化して、各信号光間の伝送特性のばらつきを最小限に抑えることができる。信号光の波長の変化による光分岐挿入装置4の分岐挿入特性の変化を防いで、端局1～3間で信号光の送受を正確に行なうことができる。

(b1) 信号光出力装置(送信装置)の第1実施形態の変形例の説明

図12は本発明の第1実施形態の変形例にかかる信号光出力装置を示すブロック図であるが、この図12に示す信号光出力装置7Aも、前述の第1実施形態におけるものと同様に、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を出力する際に、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを予め設定された値となるように調整して出力するものであり、信号光を出力する端局の送信装置として用いられるものである。

【0065】ここで、信号光出力装置7Aは、図12に示すように、信号光出力ユニット15-1～15-n、合波器16、分波器30、フォトダイオード(PD)31-1～31-n及び制御部32をそなえている。なお、17は10:1カブラである。また、図12においては、信号光が通るルートを太線で示し、電気信号が通るルートを細線で示している。

【0066】この図12において、図1に示す第1実施形態にかかる信号光出力装置7と同じ符号を付したものは、同様の構成及び機能を有するものである。また、分

波器30は、合波器16において合波された信号光の一部をカブラ17を介して取り出して、合波された信号光を信号光出力ユニット15-1～15-nのLD11-1～11-nにおける信号光波長に対応した波長毎に分波するものである。

【0067】即ち、分波器30は、合波された信号光の一部を取り出して、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 毎に分波するのである。また、フォトダイオード(PD)31-1～31-nは、分波器30により分波された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を受光し、その信号光パワーに応じた電気信号を出力する光電変換素子であり、PD31-1～31-nには、図13に示すように、接地された抵抗33が設けられている。なお、図13においては、PD31-i($i=1, \dots, n$)について示している。

【0068】即ち、本実施形態においては、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを検出し、合波された信号光における各信号光成分をモニタする信号光パワー検出部としての機能を、上記の分波器30及びPD31-1～31-nにより実現しているのである。ところで、制御部32は、各PD31-1～31-nにおいて光電変換された電気信号がそれぞれ入力される制御回路32-1～32-nをそなえている。

【0069】ここで、制御回路32-1～32-nは、図13に示すように、差動増幅器等により構成される演算増幅器(Operational Amplifier; 以下OPアンプという)34a、抵抗34b、34c及び所定の起電力を有することにより各信号光毎のパワーの初期値が設定される可変電圧源34dをそなえている。なお、図13においては、制御回路32-i($i=1, \dots, n$)について示している。

【0070】また、OPアンプ34aのリファレンス(即ち各信号光毎のパワーの初期値)の調整は、信号光出力装置7Aの初期設定時に信号光の伝送を行ない、光伝送路5への入力端での各信号光のS/N比が等しくなるように各信号光のパワーを調整することにより行なわれる。図13に示す制御回路32-iにおいては、OPアンプ34aの非反転入力端に可変電圧源34dから所定の電圧が参照電圧として入力され、OPアンプ34aの反転入力端にPD31-nから分波された信号光のパワーを示す電気信号が入力されると、OPアンプ34aからは各信号光のパワーを制御するための制御信号としての電圧信号が出力される。

【0071】このように制御回路32-iにおいて出力された電圧信号は、信号光出力ユニット15-iにおけるポストアンプ14-iに入力される。さらに、ポストアンプ14-iにおいては、制御回路32-iにおいて出力された電圧信号はトランジスタ14fに入力されて、第1実施形態において説明した場合と同様にポストアンプ14-iの信号光出力の制御が行なわれる。

【0072】即ち、制御部32における制御回路32-

1 ~ 3 2 - n は、分波器 3 0 及び P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n からなる信号光パワー検出部により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光出力を制御する信号光出力制御手段としての機能するものであり、具体的には、制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - n は、P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーと、プリアンプにより設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーとを比較し、P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値がプリアンプによる設定値であるか否かを判定する信号光パワー比較判定手段としての機能をそなえ、このときの比較判定結果に基づいて、対応するポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光出力を制御するものである。

【0073】なお、ポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光の出力パワーは + 10 d B m 程度であり、合波器 1 6、カプラ 1 7 及び分波器 3 0 を通過した後の P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n への信号光の入力パワーは - 10 d B m 程度である。上述の構成により、第 1 実施形態の変形例にかかる信号光出力装置 7 A においても、第 1 実施形態にかかる信号光出力装置 7 と同様に、信号光出力ユニット 1 5 - 1 ~ 1 5 - n からそれぞれ異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が出力されると、出力された複数の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は合波器 1 6 により合波されて光伝送路 5 へ出力される。

【0074】一方で、本実施形態にかかる信号光出力装置 7 A においては、合波器 1 6 において合波された信号光の一部が、カプラ 1 7 を介して分波器 3 0 に入力され、分波器 3 0 では入力された信号光を各信号光毎に分波し、分波された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は、それぞれ P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n で受光されてその信号光パワーに応じた電気信号に変換される。

【0075】各 P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n において光電変換された電気信号は、それぞれ制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - n に入力され、各 P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光出力を制御する。

【0076】このように、第 1 実施形態の変形例にかかる信号光出力装置 7 A は、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波されて出力される際に、光伝送路 5 への入力端において各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波された信号光の一部を分岐して取り出して、分波器 3 0、P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n 及び制御部 3 2 により各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーをモニタして、常に各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値が初期設定値であるように各ポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光出力を制御することにより、第 1 実施形

態にかかる信号光出力装置 7 と同様の利点がある。

【0077】また、本実施形態においては、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを検出し、合波された信号光における各信号光成分をモニタする信号光パワー検出部としての機能を分波器 3 0 及び P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n により実現するとともに、分波器 3 0 及び P D 3 1 - 1 ~ 3 1 - n により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ 1 4 - 1 ~ 1 4 - n の信号光出力を制御する信号光出力制御手段としての機能を制御部 3 2 により実現することにより、信号光出力装置の低廉化を図ることができる。

(b 2) 信号光出力装置 (送信装置) の第 2 実施形態の説明

図 1 4 は本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置を示すブロック図であるが、この図 1 4 に示す信号光出力装置 7 B は、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を出力する際に、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長を予め設定された値となるように調整して出力するものであり、前述のごとく、図 2 に示すような光伝送システム 1 0 において、相互に信号光の送受信を行なう複数の端局 (図 2 においては A 局 1 及び C 局 3) の送信装置として用いられるものである。

【0078】ここで、信号光出力装置 7 B は、図 1 4 に示すように、信号光出力ユニット 1 5 - 1 ~ 1 5 - n、合波器 1 6、光スペクトラムアナライザ (光スペクトル分析器) 1 8 及び C P U 1 9' をそなえている。なお、1 7 は 1 0 : 1 カプラであり、3 5 - 1 ~ 3 5 - n は D / A 変換器である。

【0079】また、図 1 4 においては、信号光が通るルートを太線で示し、電気信号が通るルートを細線で示している。この図 1 4 において、図 1 に示す第 1 実施形態にかかる信号光出力装置 7 と同じ符号を付したものは、同様の構成及び機能を有するものであるが、光スペクトラムアナライザ (光スペクトル分析器) 1 8 は、本実施形態においては、合波器 1 6 において合波された信号光の一部をカプラ 1 7 を介して取り出して、合波された信号光の波長を、信号光出力ユニット 1 5 - 1 ~ 1 5 - n の L D 1 1 - 1 ~ 1 1 - n における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光波長検出部としての機能する。

【0080】本実施形態においては、L D 1 1 - 1 ~ 1 1 - n には、L D 1 1 - 1 ~ 1 1 - n の近傍の温度を調整することにより、L D 1 1 - 1 ~ 1 1 - n からの出力信号光の波長を制御する光源温度調整部材としての L D 温度調整部材 3 6 - 1 ~ 3 6 - n がそれぞれ付設されているが、これらの詳細な説明については後述する。また、C P U 1 9' は、光スペクトラムアナライザ 1 8 における動作を制御するとともに、光スペクトラムアナライザ 1 8 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長に

基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長を制御すべく、対応するLD 11-1~11-nの信号光波長を制御する信号光波長制御手段として機能するものである。

【0081】このときの対応するLD 11-1~11-nの出力信号光の波長の制御は、対応するLD 11-1~11-nに付設されたLD温度調整部材36-1~36-nの温度を制御することにより行なわれている。そして、この信号光波長制御手段としての機能を実現するために、CPU 19'は、図15に示すように、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の値（即ち各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の初期設定値）を格納するメモリ19a'を有するとともに、信号光波長比較判定部19d及びLD制御部19eに相当する機能をソフトウェアの処理により実現している。

【0082】信号光波長比較判定部19dは、光スペクトラムアナライザ18から各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の検出データが入力されると、入力された信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対応する信号光の波長の初期設定値をメモリ19a'から読み出して、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長と、予め設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長とを比較し、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の値が予め設定された値であるか否かを判定するものである。

【0083】また、LD制御部19eは、信号光波長比較判定部19dでの比較判定結果に基づいて、対応するLD 11-1~11-nの信号光波長を制御する波長制御信号を出力するものである。なお、LD制御部19eから出力された波長制御信号は、D/A変換器35-1~35-nにより、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長と予め設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長とのずれに応じた電圧にD/A変換された後（例えば検出された波長が設定値より大きい場合はプラスの電圧に変換され、設定値より小さい場合はマイナスの電圧に変換される）、LD温度調整部材36-1~36-nへ入力される。

【0084】ここで、前述したLD温度調整部材36-1~36-nについて説明する。このLD温度調整部材36-1~36-nは、図15に示すように、それぞれペルチエ素子38及びペルチエ素子作動回路37をそなえている。なお、図15においては、LD温度調整部材36-i（ $i=1, \dots, n$ ）について示している。

【0085】ここで、ペルチエ素子38は、電流の流れる方向により発熱したり吸熱するものであり、これによりLD温度調整部材36-iが所望の温度を有するようにするものである。また、ペルチエ素子作動回路37は、ペルチエ素子38の前段に設けられ、ペルチエ素子38に電流を流すことによりペルチエ素子38を作動させるものであり、それぞれ異なる型のトランジスタ37

a、37bが並列に配設されて構成されている。

【0086】ペルチエ素子作動回路37においては、トランジスタ37aのベース37a-1とトランジスタ37bのベース37b-1が接続されるとともに（この接続部を接続部Pとする）、トランジスタ37aのエミッタ37a-2とトランジスタ37bのコレクタ37b-3がそれぞれ接続されている（この接続部を接続部Qとする）。

【0087】さらに、接続部Pには、CPU 19'から出力された波長制御信号（この波長制御信号については後述する）がD/A変換器35-iを介して入力されるとともに、接続部Qは、ペルチエ素子38の一端と接続されている。なお、図15においては、D/A変換器35-i（ $i=1, \dots, n$ ）について示している。

【0088】また、ペルチエ素子38の他端は接地されており、接続部PとD/A変換器35-1~35-nとの間には抵抗が設けられてもよい。このような構成により、LD温度調整部材36-iにおいては、CPU 19'のLD制御部19eからの波長制御信号がD/A変換器35-iを介して入力されると、入力された電圧（プラスの電圧またはマイナスの電圧）及びその大きさに応じて、トランジスタ37a又はトランジスタ37bのいずれかが動作する。

【0089】トランジスタ37aが動作する場合には、トランジスタ37aのベース37a-1に電圧が印加されて、コレクタ37a-3からエミッタ37a-2及び接続部Qを経てペルチエ素子38へ電流が流れる。また、トランジスタ37bが動作する場合には、トランジスタ37bのベース37b-1に電圧が印加されて、ペルチエ素子38から接続部Q及びコレクタ37b-3を経てエミッタ37b-2へ電流が流れる。

【0090】さらに、ペルチエ素子38に流れる電流の向きが制御されることにより、ペルチエ素子38では、流れる電流の向き及び大きさに応じてその発熱量及び吸熱量が変化し、これによりLD温度調整部材36-iの温度が制御される。このように、LD温度調整部材36-1~36-nの温度が制御されると、対応するLD 11-1~11-nの近傍の温度が調整され、LD 11-1~11-nからの出力信号光の波長が制御される。

【0091】上述の構成により、本実施形態にかかる信号光出力装置7Bにおいては、信号光出力ユニット15-1~15-nからそれぞれ異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が出力されると、出力された複数の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は合波器16により合波されて光伝送路5へ出力される。一方で、合波器16において合波された信号光の一部が、カブラ17を介して光スペクトラムアナライザ18に入力され、光スペクトラムアナライザ18では入力された信号光から合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長が検出され、CPU 19'では、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 λ_1

～λ。の波長に基づいて、合波された信号光における各信号光λ₁～λ_nの波長を制御すべく、対応するLD温度調整部材36-1～36-nの温度を制御することにより、LD11-1～11-nからの信号光出力を制御する。

【0092】このときの光スペクトラムアナライザ18及びCPU19'の行なう動作の一例を、図16を用いて更に説明する。制御の対象となる信号光をλ₁とすると、まず、CPU19'では、mが0にリセットされた後に(ステップB1)、mが1にセットされることにより制御の対象となる信号光がλ₁となる(ステップB2)。

【0093】これを受けて、光スペクトラムアナライザ18では、合波器16により合波された信号光がカプラ17を介して取り出された後モニタされ(ステップB3)、信号光λ₁のピークサーチが行なわれる(ステップB4)。更に、光スペクトラムアナライザ18では、信号光λ₁の信号光の波長が検出されて、検出された信号光λ₁の波長の値は、CPU19'からの送信要求に依じてCPU19'へ送信される(ステップB5)。

【0094】CPU19'においては、信号光波長比較判定部19dでは、検出された信号光λ₁の波長の値が入力されると、信号光λ₁の波長の初期設定値がメモリ19a'から読み出されて、まず、検出された信号光λ₁の波長の値と初期設定値とが比較され、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値から±0.1nm以内の範囲にあるか否かが判定される(ステップB6)。

【0095】ここで、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値から±0.1nm以内の範囲にある場合には、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値であるとみなされるため、信号光λ₁を出力するLD11-1の信号光の出力の制御は行なわれない(ステップB6のYESルートからステップB10)。一方で、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値から±0.1nm以内の範囲にない場合には、続いて、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値から0.1nm以上の範囲にあるか否かが判定される(ステップB6のNORルートからステップB7)。

【0096】ここで、検出された信号光λ₁の波長の値が初期設定値から0.1nm以上の範囲にある場合は、LD11-1の温度を1℃ステップで低くするような波長制御信号が出力され、信号光λ₁を出力するLD11-1の信号光の波長の制御が行なわれる(ステップB7のYESルートからステップB8)。また、初期設定値から0.1nm以上の範囲にない場合(即ち初期設定値から0.1nm以下の範囲にある場合)は、LD11-1の温度を1℃ステップで高くするような波長制御信号が出力され、信号光λ₁を出力するLD11-1の信号光の波長の制御が行なわれる(ステップB7のNORルートからステップB9)。

【0097】このようにして、信号光λ₁の制御が終了すると、CPU19'では、m=nであるかが判断されることにより全ての信号光λ₁～λ_nの制御が終了したか否かが判定され(ステップB10)、この場合はm=1であり全ての信号光λ₁～λ_nの制御が終了していないため、信号光λ₁以外の信号光の制御が開始される(ステップB10のNORルートからステップB2)。

【0098】信号光λ₁以外の信号光の制御も、上述のステップB2～ステップB9にて説明した場合と同様に行なわれ、信号光λ₁の制御が終了すると、ステップB10においてはm=nであると判断されるため、各信号光の波長の制御が終了する(ステップB10のYESルート)。なお、上述したような各信号光の波長の制御は、例えば1日に数回行なわれる。

【0099】このように本実施形態にかかる信号光出力装置7Bにおいては、複数の波長の信号光λ₁～λ_nが合波されて出力される際に、光伝送路5への入力端において各信号光λ₁～λ_nが合波された信号光の一部を分岐して取り出して、光スペクトラムアナライザ18により各信号光λ₁～λ_nの波長をモニタして、CPU19'により、各信号光λ₁～λ_nの波長の値が初期設定値であるかを監視しながら、常に各信号光λ₁～λ_nの波長の値が初期設定値であるように各LD11-1～11-nの信号光波長を制御することにより、各信号光λ₁～λ_nの波長の変化を確実に防ぐことができる。

【0100】これにより、図2に示すような波長多重(WDM)伝送を行なう光伝送システム10において、信号光の波長の変化による光分岐挿入装置4の分岐挿入特性の変化を防いで、端局1～3間で信号光の送受を正確に行なうことができる。なお、本実施形態においてCPU19'を用いて行なっているような信号光の波長の制御は、例えば図12及び図13に示すような第1実施形態の変形例における制御回路32-1～32-nを用いて行なうことはできない。

【0101】なぜならば、図12及び図13に示す合波器16において合波された信号光のうちの一部の信号光の波長が変化していたとすると、波長が変化した信号光においては、波長の変化がわずかであれば分波器30によりその大半が分波されるが、波長の変化が大きくなるのに伴って分波される信号光のパワーが小さくなる。このように分波された信号光をPD31-1～31-nで光電変換すると、信号光のパワーが減少したことは検出できるため波長が変化したことは認識できるが、どのように変化したかは認識できないため、LD11-1～11-nをどのように制御したらよいか判断できず、信号光の波長の制御を行なうことができないからである。

(b3) 信号光出力装置(送信装置)の第3実施形態の説明

図17は本発明の第3実施形態にかかる信号光出力装置を示すブロック図であるが、この図17に示す信号光出

力装置 7C は、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を出力する際に、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長を予め設定された値となるように調整して出力するものであり、前述のごとく、図 2 に示すような光伝送システム 10 において、相互に信号光の送受信を行なう複数の端局（図 2 においては A 局 1 及び C 局 3）の送信装置として用いられるものである。

【0102】ここで、信号光出力装置 7C は、図 17 に示すように、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n、合波器 16、光スペクトラムアナライザ（光スペクトル分析器）18 及び CPU 19' をそなえている。なお、17 は 10 : 1 カプラであり、20-1 ~ 20-n、35-1 ~ 35-n は D/A 変換器である。

【0103】また、図 17 においては、信号光が通るルートを太線で示し、電気信号が通るルートを細線で示している。さらに、本実施形態においても、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n の LD 11-1 ~ 11-n には、ベルチエ素子で構成された LD 温度調整部材 36-1 ~ 36-n がそれぞれ付設されている。

【0104】この図 17 において、図 1 に示す第 1 実施形態にかかる信号光出力装置 7 及び図 14 に示す第 2 実施形態にかかる信号光出力装置 7B と同じ符号を付したものは、同様の構成及び機能を有するものであるが、光スペクトラムアナライザ（光スペクトル分析器）18 は、本実施形態においては、合波器 16 において合波された信号光の一部をカプラ 17 を介して取り出して、合波された信号光のパワー及び波長を、信号光出力ユニット 15-1 ~ 15-n の LD 11-1 ~ 11-n における信号光波長に対応した波長毎に検出する信号光検出部として機能する。

【0105】さらに、CPU 19' は、光スペクトラムアナライザ 18 における動作を制御するとともに、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長に基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長を制御すべく、対応するポストアンプ 14-1 ~ 14-n の信号光出力を制御する信号光出力制御手段として機能するとともに、対応する LD 11-1 ~ 11-n の信号光波長を制御する信号光波長制御手段として機能するものである。

【0106】なお、このときの対応する LD 11-1 ~ 11-n の出力信号光の波長の制御は、対応する LD 11-1 ~ 11-n に付設された LD 温度調整部材 36-1 ~ 36-n の温度を制御することにより行なわれている。そしてこの信号光波長制御手段としての機能を実現するために、CPU 19' は、図 18 及び図 19 に示すように、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長の値

（即ち各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長の初期設定値）を格納するメモリ 19a' を有するとともに、信号光パワー比較判定部 19b、ポストアンプ制御部 19

c、信号光波長比較判定部 19d 及び LD 制御部 19e に相当する機能をソフトウェアの処理により実現している。

【0107】信号光パワー比較判定部 19b は、光スペクトラムアナライザ 18 から各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の検出データが入力されると、入力された信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対応する信号光のパワーの初期設定値をメモリ 19a' から読み出して、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーと、前述したプリアンプにより設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー（各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの初期設定値）とを比較し、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値がプリアンプによる設定値であるか否かを判定するものである。

【0108】また、ポストアンプ制御部 19c は、信号光パワー比較判定部 19b での比較判定結果に基づいて、対応するポストアンプ 14-1 ~ 14-n の信号光出力を制御する出力制御信号を出力するものである。なお、ポストアンプ制御部 19c から出力された出力制御信号は、D/A 変換器 20-1 ~ 20-n により D/A 変換されて、ポストアンプ 14-1 ~ 14-n へ入力される。

【0109】さらに、信号光波長比較判定部 19d は、光スペクトラムアナライザ 18 から各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の検出データが入力されると、入力された信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対応する信号光の波長の初期設定値をメモリ 19a' から読み出して、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長と、予め設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長とを比較し、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の値が予め設定された値であるか否かを判定するものである。

【0110】また、LD 制御部 19e は、信号光波長比較判定部 19d での比較判定結果に基づいて、対応する LD 11-1 ~ 11-n の信号光波長を制御する波長制御信号を出力するものである。なお、LD 制御部 19e から出力された波長制御信号は、D/A 変換器 35-1 ~ 35-n により、光スペクトラムアナライザ 18 により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長と予め設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長とのずれに応じた電圧に D/A 変換された後（例えば検出された波長が設定値より大きい場合はプラスの電圧に変換され、設定値より小さい場合はマイナスの電圧に変換される）、LD 温度調整部材 36-1 ~ 36-n へ入力される。

【0111】なお、図 18 においては、信号光出力ユニット 15-i（ $i=1, \dots, n$ ）及び D/A 変換器 20-i（ $i=1, \dots, n$ ）、35-i（ $i=1, \dots, n$ ）について示しており、図 19 においては、LD 温度調整部材 36-i（ $i=1, \dots, n$ ）及び D/A 変換器 20

$-i$ ($i=1, \dots, n$), $35-i$ ($i=1, \dots, n$)
について示している。

【0112】上述の構成により、本実施形態にかかる信号光出力装置7Cにおいては、信号光出力ユニット15-1~15-nからそれぞれ異なる波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が出力されると、出力された複数の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ は合波器16により合波されて光伝送路5へ出力される。一方で、合波器16において合波された信号光の一部が、カプラ17を介して光スペクトラムアナライザ18に入力され、光スペクトラムアナライザ18では入力された信号光から合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長が検出され、CPU19'では、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーに基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーを制御すべく、対応するポストアンプ14-1~14-nの信号光出力を制御する。なお、このとき光スペクトラムアナライザ18及びCPU19'は、例えば図5に示すフローチャートを用いて説明したように動作する。

【0113】さらに、CPU19'では、光スペクトラムアナライザ18により検出された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長に基づいて、合波された信号光における各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長を制御すべく、対応するLD温度調整部材36-1~36-nの温度を制御することにより、LD11-1~11-nからの信号光出力を制御する。なお、このとき光スペクトラムアナライザ18及びCPU19'は、例えば図16に示すフローチャートを用いて説明したように動作する。

【0114】なお、上述した各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの制御と各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の制御とを、同時に行なってもよいし、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー（又は波長）の制御を行なった後に、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長（又はパワー）の制御を行なってもよい。このように本実施形態にかかる信号光出力装置7Cにおいては、複数の波長の信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波されて出力される際に、光伝送路5への入力端において各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が合波された信号光の一部を分岐して取り出して、光スペクトラムアナライザ18により各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長をモニタして、CPU19'により、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワー及び波長の値が初期設定値であるかを監視しながら、常に各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの値が初期設定値であるように各ポストアンプ14-1~14-nの信号光出力を制御するとともに、常に各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の値が初期設定値であるように各LD11-1~11-nの信号光波長を制御することにより、プリエンファシスにより設定された各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの比率を確実に制御しながら、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の変化を防ぐことができる。

【0115】このとき、各ポストアンプ14-1~14-nの信号光出力を制御することにより各信号光 $\lambda_1 \sim$

λ_n のパワーを制御しているため、前述したような従来の信号光出力装置のような信号光源(LD)の出力を制御することによる信号光の波長の変化を防ぐことができ、上述した各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の制御を容易に行なうことができる。

【0116】これにより、図2に示すような波長多重(WDM)伝送を行なう光伝送システム10において、送信装置7における信号光を出力する際のプリエンファシスを長期的に安定化して、各信号光間の伝送特性のばらつきを最小限に抑えることができるとともに、信号光の波長の変化による光分岐挿入装置4の分岐挿入特性の変化を防いで、端局1~3間で信号光の送受を正確に行なうことができる。

(b4) その他

なお、図12及び図13に示す本発明の第1実施形態の変形例にかかる信号光出力装置7Aにおいては、各信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のパワーの制御は制御回路32-1~32-nにより行なわれているが、各PD31-1~31-nの後段にA/D変換器を設けて、CPUにより行なうようにしてもよい。

(c) 光分岐挿入装置の説明

ここで、図2に示す光伝送システム10に用いられる光分岐挿入装置4について詳細に説明する。

【0117】光分岐挿入装置4は、前述のごとく、複数の端局1~3を相互に接続した光伝送路5の分岐点に設けられ、この光伝送路5を介してこれらの端局1~3から入力された所望の波長の信号光を所望の端局1~3へ出力することにより、複数の端局間で信号光の伝送を行なえるようにするものであり、図6に示すように、分岐部21-1及び挿入部21-2をそなえて構成されている。

【0118】分岐部21-1は、入力側光ファイバ22-1から信号光が入力されると、入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については光ファイバ22-3を介して挿入部21-2へ出力するとともに、入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバ22-4へ出力するものである。

【0119】即ち、分岐部21-1は、図7(a)に示すように、入力側光ファイバ22-1からポート1を通じて入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については、ポート2を通じ光ファイバ22-3へ出力する帯域通過フィルタ(バンドパスフィルタ)として機能するとともに、入力側光ファイバ22-1からポート1を通じて入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については、ポート3を通じて分岐用出力側光ファイバ22-4へ出力する帯域阻止フィルタ(ノッチフィルタ)として機能する誘電体多層膜フィルタで構成されている。なお、この誘電体多層膜フィルタについての詳細な説明は後述する。

【0120】また、挿入部21-2は、分岐用入力側光ファイバ22-5から入力された信号光については、分岐部21-1から光ファイバ22-3を介して入力された信号光と合波して、出力側光ファイバ22-2へ出力するものである。即ち、挿入部21-2は、図7(b)に示すように、光ファイバ22-3からポート2を通じて入力された信号光については、ポート1を通じて出力側光ファイバ22-2へ出力する帯域通過フィルタ(バンドパスフィルタ)として機能するとともに、分岐用入力側光ファイバ22-5からポート3を通じて入力された信号光については、ポート1を通じて出力側光ファイバ22-2へ出力する帯域阻止フィルタ(ノッチフィルタ)として機能する誘電体多層膜フィルタで構成されている。

【0121】これにより、挿入部21-2は、ポート2から入力された信号光とポート3から入力された信号光とを合波して、ポート1へ出力する光カブラとして機能するのである。なお、図7(a)及び図7(b)に示す誘電体多層膜フィルタは、それぞれ可逆特性を有するものであるため、分岐部21-1と挿入部21-2とを同型の誘電体多層膜フィルタで構成することができる。

【0122】このように光分岐挿入装置4が、誘電体多層膜フィルタを用いて構成されることにより、1本の光ファイバにより伝送された複数の波長の信号光を波長により分岐したり、1本の光ファイバにより伝送された複数の波長の信号光に所望の波長の信号光を挿入したりすることができるようになる。このため、例えば図20に示すような従来の光分岐挿入装置105、106では、各端局間で光伝送路107が重複するように構成されていたのに対して、図6に示す光分岐挿入装置4では、図2に示すように光伝送路5を各端局間で重複させずに簡素に構成することができるのである。

【0123】ここで、前述した誘電体多層膜フィルタについて説明する。この誘電体多層膜フィルタは、図7(a)、図7(b)に示すような3ポート型の光フィルタとして構成されており、図7(a)に示す誘電体多層膜フィルタは、ポート1とポート2との間では、例えば図10に示すような中心波長1558nmの帯域通過フィルタの波長特性を有するとともに、ポート1とポート3との間では、例えば図11に示すような中心波長1558nmの帯域阻止フィルタの波長特性を有するものである。なお、図10、図11は、信号光の波長とその波長における信号光の挿入損失との関係を示すものである。

【0124】この誘電体多層膜フィルタにポート1から信号光が入力されると、波長1558nmの信号光はポート2へ出力されるとともに、波長1558nm以外の信号光はポート3へ出力されることにより、波長による信号光の分岐が行なわれる。なお、この誘電体多層膜フィルタにおいては、信号光の挿入も同様に行なわれる。

【0125】このような信号光の分岐及び挿入は、光カブラによっても行なうことが可能であるが、光カブラは信号光の分岐及び挿入を行なう際の損失が大きいため、このような光カブラを用いて光分岐挿入装置を構成すると、光分岐挿入装置を介して伝送される信号光の損失も大きくなる。そこで、光カブラより信号光の損失が小さいフィルタである誘電体多層膜フィルタを用いて光分岐挿入装置4を構成することにより、光分岐挿入装置4を介して伝送される信号光の損失を小さくしているのである。

【0126】具体的には、誘電体多層膜フィルタは、図9に示すように、レンズ24-1~24-3及び誘電体多層膜25をそなえて構成されている。なお、26は光ファイバである。ここで、レンズ24-1~24-3は、信号光の集光性を高めるために光ファイバ26にそれぞれ装着されるコリメートレンズであり、誘電体多層膜25は、入力された信号光の波長により、信号光を透過する帯域通過フィルタとしての機能や、信号光を反射する帯域阻止フィルタとしての機能を実際に有するものである。

【0127】この誘電体多層膜フィルタ23を、分岐部21-1として用いた場合には、信号光をポート1から入力し、分岐された信号光をポート3から出力し、分岐された信号光以外の信号光をポート2から出力するようになっている。また、この誘電体多層膜フィルタ23を、挿入部21-2として用いた場合には、信号光をポート2から入力し、挿入される信号光をポート3から入力し、入力された信号光と挿入された信号光とが合波された信号光をポート1から出力するようになっている。

【0128】このときの信号光の分岐及び挿入にかかる動作を、更に図8を用いて説明する。この図8に示すように、例えば入力側光ファイバ22-1から分岐部21-1のポート1へ信号光 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1n}$ が入力されると、分岐部21-1では、信号光 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1n}$ については分岐部21-1のポート2から光ファイバ22-3へ出力し、信号光 λ_{11} 、 λ_{1n} については分岐して分岐部21-1のポート3から分岐用出力側光ファイバ22-4へ出力する。

【0129】続いて、光ファイバ22-3から挿入部21-2のポート2へ信号光 $\lambda_{21} \sim \lambda_{2n}$ が入力されるとともに、分岐用入力側光ファイバ22-5から挿入部21-2のポート3へ挿入すべき信号光 λ_{11} 、 λ_{1n} が入力されると、挿入部21-2では、信号光 $\lambda_{21} \sim \lambda_{2n}$ と信号光 λ_{11} 、 λ_{1n} とを合波して挿入部21-2のポート1から出力側光ファイバ22-2へ出力する。

【0130】このようにして、誘電体多層膜フィルタ23による信号光の分岐及び挿入が行なわれる。上述の構成により、図6に示す光分岐挿入装置4においては、入力側光ファイバ22-1から信号光が入力されると、入力された信号光のうちの所望の波長の信号光については

光ファイバ 22-3 及び挿入部 21-2 を介して出力側光ファイバ 22-2 へ出力するとともに、入力された信号光のうちの所望の波長とは異なる他の波長の信号光については分岐用出力側光ファイバ 22-4 へ出力する。

【0131】また、分岐用入力側光ファイバ 22-5 から入力された信号光については出力側光ファイバ 22-2 へと出力する。このように、図 6 に示す光分岐挿入装置 4 は、誘電体多層膜フィルタで構成された分岐部 21-1 及び挿入部 21-2 をそなえるという簡素な構成により、信号光を伝送する際における信号光の分岐や挿入を低損失且つ高精度に行なうことができる。

【0132】また、光分岐挿入装置 4 においては、受動型の光フィルタである誘電体多層膜フィルタを用いているため、電圧を印加しないで信号光の分岐及び挿入を行なうことができ、例えば海底光通信を行なう光伝送システムにおいても安定に動作することができる。

(d) 受信装置の説明

図 2 に示す光伝送システム 10 においては、前述のごとく、B 局 2 及び C 局 3 には受信装置 8 が設けられているが、この受信装置 8 は、他の端局の送信装置 7 から送信された信号光を受信して、受信した信号光を復調するものである。

【0133】この受信装置 8 としては、例えばフィルタリング機能を有する光分波器と、この光分波器から出力された複数の信号光についてそれぞれ復調処理を施す複数の信号光受信ユニットとをそなえたものが使用される。

【0134】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の信号光出力装置によれば、光合波部において合波された信号光における波長毎の信号光のパワーを制御するために、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御することにより、プリアンプにより設定された各信号光のパワーの比率を確実に制御できる利点がある（請求項 1～4）。

【0135】また、本発明の信号光出力装置によれば、光合波部において合波された信号光の波長を制御するために、対応波長信号光出力用信号光源に付設された光源温度調整部材を制御して対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御することにより、各信号光の波長の変化を確実に防ぐことができる利点がある（請求項 5～8）。

【0136】さらに、本発明の信号光出力装置によれば、光合波部において合波された信号光における波長毎の信号光のパワー及び波長を制御するために、対応波長信号光増幅用光増幅部の信号光出力を制御するとともに、対応波長信号光出力用信号光源に付設された光源温度調整部材を制御して対応波長信号光出力用信号光源の信号光波長を制御することにより、プリアンプにより設定された各信号光のパワーの比率を確実に制御し

ながら、各信号光の波長の変化を防ぐことができる利点がある（請求項 9～13）。

【0137】また、本発明の信号光出力装置を有する光伝送システムによれば、信号光出力装置を複数そなえるとともに、上記複数の信号光出力装置間を接続する光ファイバの分岐点に光分岐挿入装置をそなえ、上記複数の信号光出力装置間で光分岐挿入装置を介して信号光の送受を行なうように構成されることにより、信号光出力装置における信号光を出力する際のプリアンプを長期的に安定化して、各信号光間の伝送特性のばらつきを最小限に抑えることができるとともに、信号光の波長の変化による光分岐挿入装置の分岐挿入特性の変化を防いで、複数の信号光出力装置間で信号光の送受を正確に行なうことができる利点がある（請求項 14、15）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置における光スペクトラムアナライザの構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 6】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】(a)、(b) は、本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの動作を説明するための図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの動作を説明するための図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの有する波長特性を示す図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの有する波長特性を示す図である。

【図 12】本発明の第 1 実施形態の変形例にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】本発明の第 1 実施形態の変形例にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図である。

【図 14】本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図である。

【図 15】本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図である。

【図 16】本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 17】本発明の第 3 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図である。

【図 18】本発明の第 3 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図である。

【図 19】本発明の第 3 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図である。

【図 20】従来の光伝送システムの構成を示す図である。

【図 21】(a), (b) は、プリアンファシスを行わずに信号光を伝送したときの光スペクトルの一例を示す図である。

【図 22】(a), (b) は、プリアンファシスを行なって信号光を伝送したときの光スペクトルの一例を示す図である。

【符号の説明】

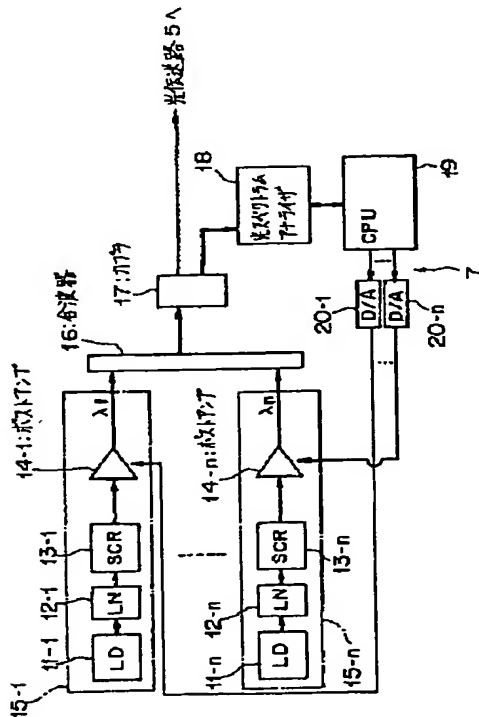
- 1 A局(端局)
- 2 B局(端局)
- 3 C局(端局)
- 4 光分岐挿入装置
- 5 光伝送路
- 6 光増幅器
- 7, 7A~7C 信号光出力装置(送信装置)
- 8 受信装置
- 10 光伝送システム
- 11-1~11-n レーザダイオード(LD; 信号光源)
- 12-1~12-n 変調器
- 13-1~13-n スクランブラ(SCR)
- 14-1~14-n ポストアンプ(光増幅部)
- 14a エルビウムドープファイバ(EDF)
- 14b 光アイソレータ
- 14c 光カブラ
- 14d ポンプレーザダイオード(ポンプLD)
- 14f トランジスタ
- 14f-1 ベース
- 14f-2 エミッタ
- 14f-3 コレクタ
- 14e, 14g 抵抗
- 15-1~15-n 信号光出力ユニット

- 16 合波器(光合波部)
- 17 カブラ(10:1カブラ)
- 18 光スペクトラムアナライザ(光スペクトル分析器; 信号光パワー検出部)
- 18a モノクロメータ
- 18b フォトダイオード
- 18c トランスインピーダンス増幅器
- 18d ディスプレイ
- 18e 制御部
- 18f 電流源
- 19 中央処理装置(CPU; 信号光出力制御手段)
- 19' 中央処理装置(CPU; 信号光波長制御手段)
- 19'' 中央処理装置(CPU)
- 19a, 19a', 19a'' メモリ
- 19b 信号光パワー比較判定部(信号光パワー比較判定手段)
- 19c ポストアンプ制御部
- 19d 信号光波長比較判定部(信号光波長比較判定手段)
- 19e LD制御部
- 20-1~20-n D/A変換器
- 21-1 分岐部
- 21-2 挿入部
- 22-1~22-5 光ファイバ
- 23 誘電体多層膜フィルタ
- 24-1~24-3 レンズ
- 25 誘電体多層膜
- 26 光ファイバ
- 30 分波器
- 30 31-1~31-n フォトダイオード(PD)
- 32 制御部
- 32-1~32-n 制御回路
- 33 抵抗
- 34a 演算増幅器(OPアンプ)
- 34b, 34c 抵抗
- 34d 可変電圧源
- 35-1~35-n D/A変換器
- 36-1~36-n LD温度調整部材(光源温度調整部材)
- 40 37 ベルチエ素子作動回路
- 37a トランジスタ
- 37a-1 ベース
- 37a-2 エミッタ
- 37a-3 コレクタ
- 37b トランジスタ
- 37b-1 ベース
- 37a-2 エミッタ
- 37b-3 コレクタ
- 38 ベルチエ素子
- 50 100 光伝送システム

- 101 A局
102 B局
103 C局
104 D局
105, 106 光分岐挿入装置

【図1】

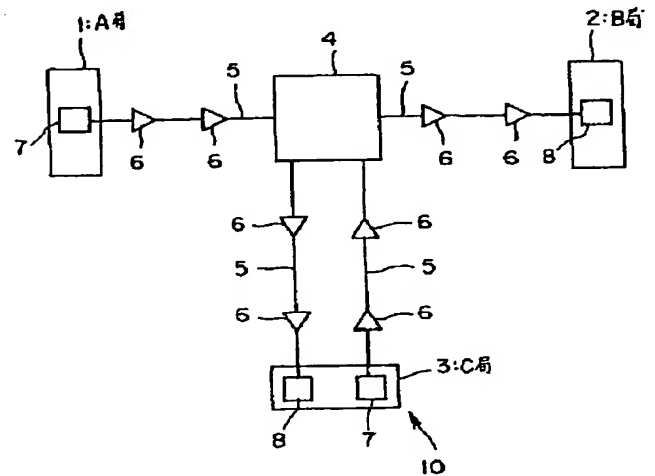
本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図



- 107 光伝送路
108 光増幅器
109 送信装置
110 受信装置

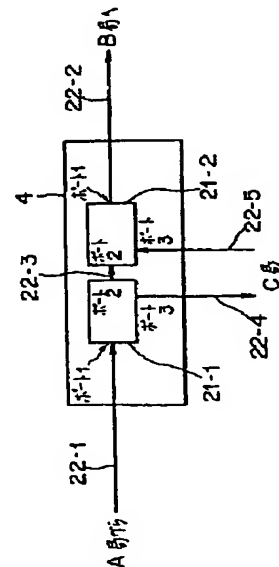
【図2】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムの構成を示すブロック図



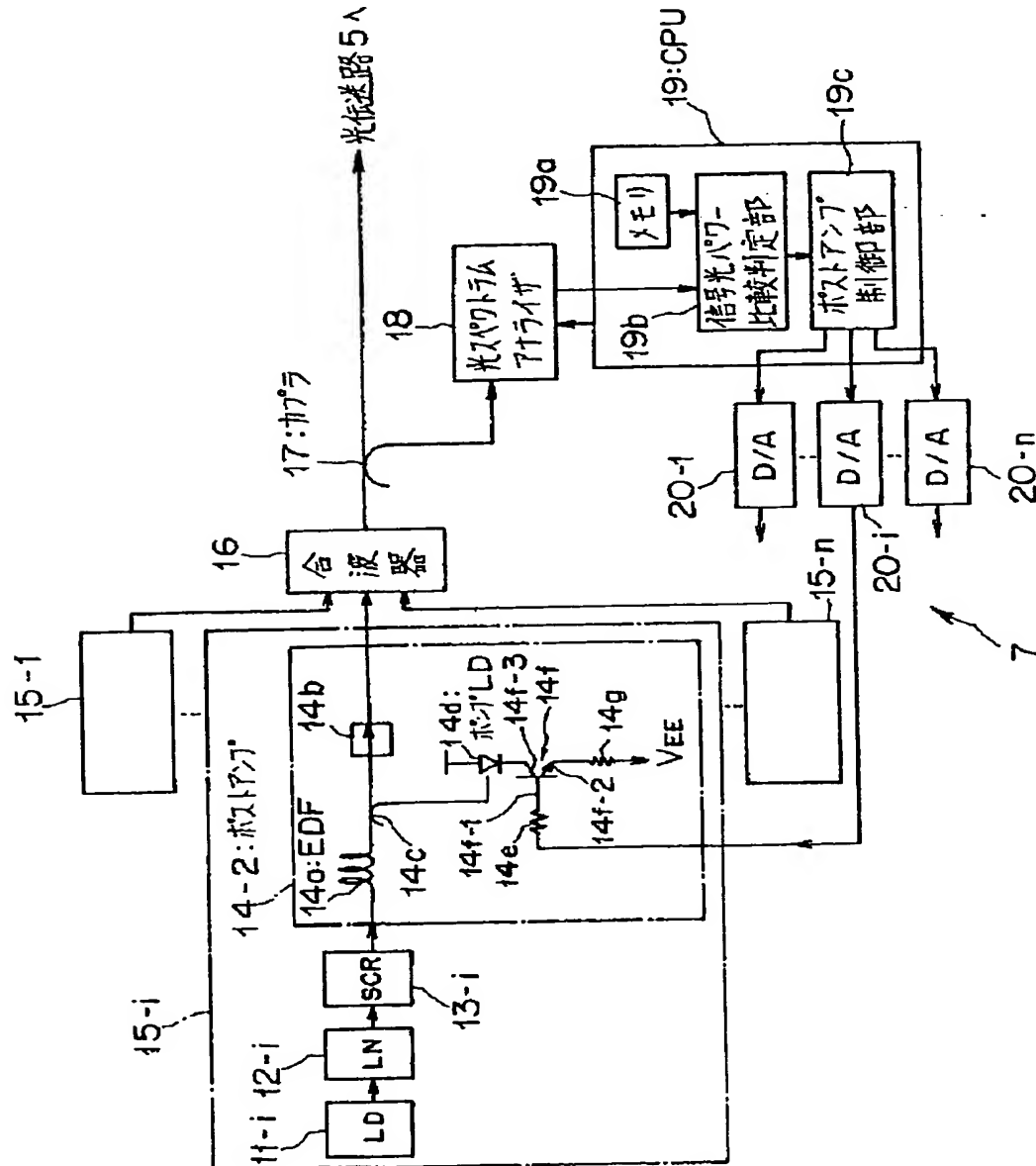
【図6】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置の構成を示すブロック図



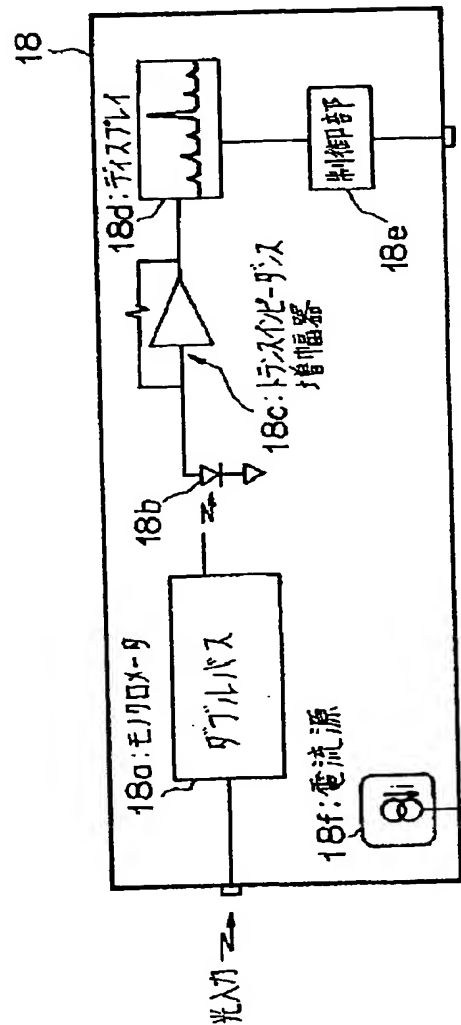
【図 3】

本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図



【図 4】

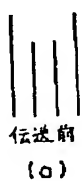
本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置における光スプレッドマルチライザの構成を示すブロック図



【図 2 2】

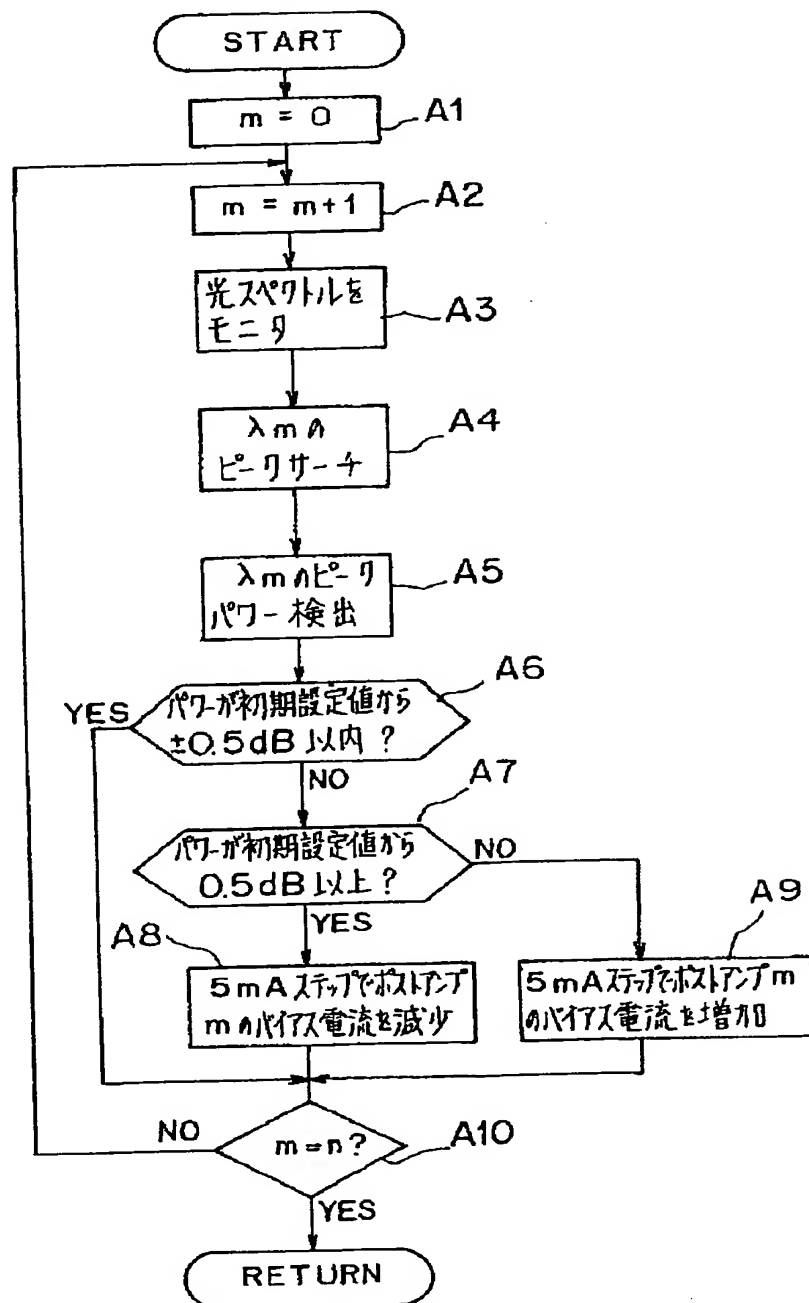
プリエンファシスを行なって信号光を伝送したときの光スペクトルの一例を示す図

4ch 全ての光 SNR を等しくする



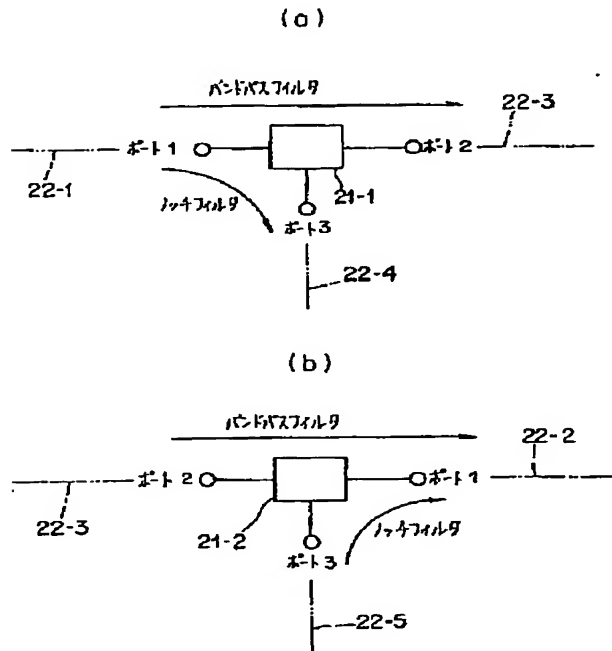
【図 5】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置の動作を説明するためのフローチャート



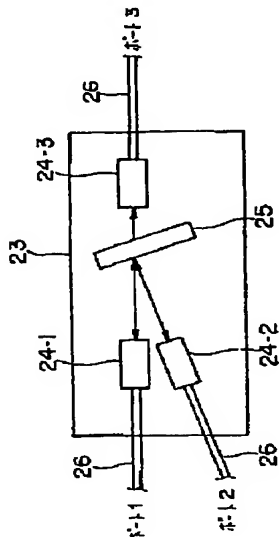
【 図 7 】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの動作を説明するための図



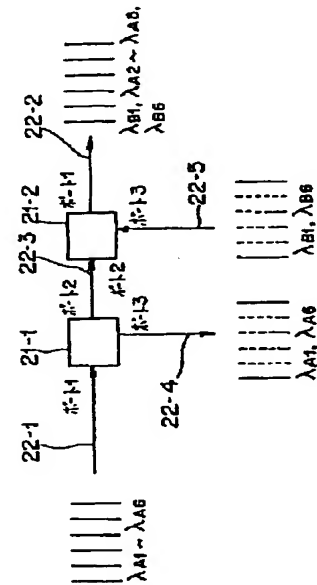
【 図 9 】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの構成を示すブロック図



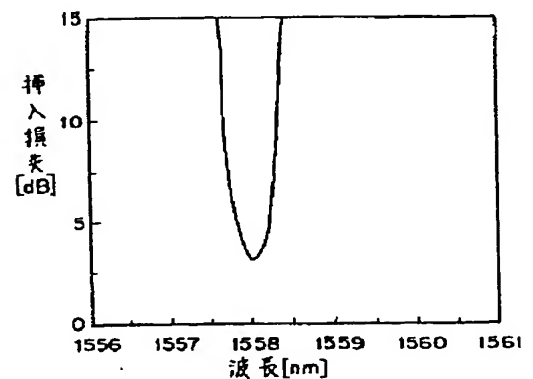
【 図 8 】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの動作を説明するための図



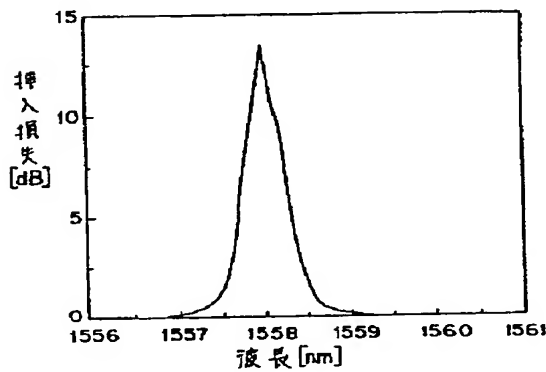
【 図 10 】

本発明の第1実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルタの特性を示す図



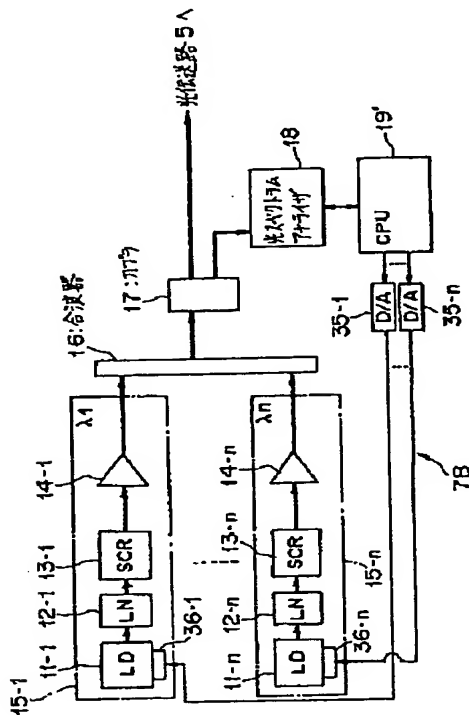
【図 1 1】

本発明の第 1 実施形態にかかる信号光出力装置が適用される光伝送システムにおける光分岐挿入装置に用いられる誘電体多層膜フィルムの有する波長特性を示す図



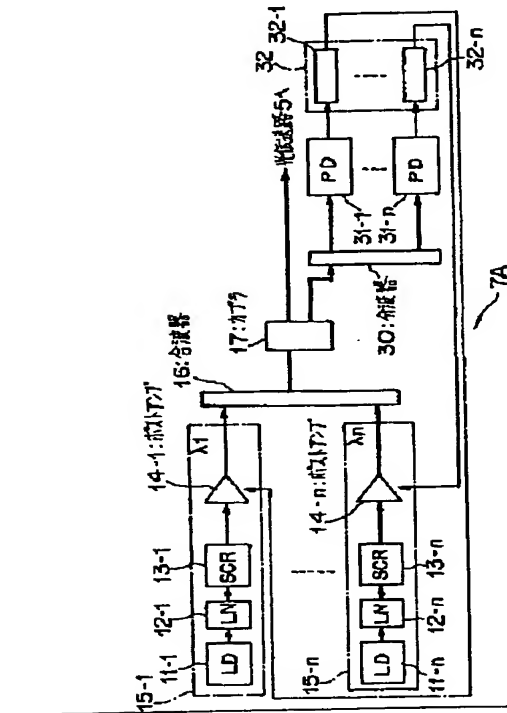
【図 1 4】

本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図



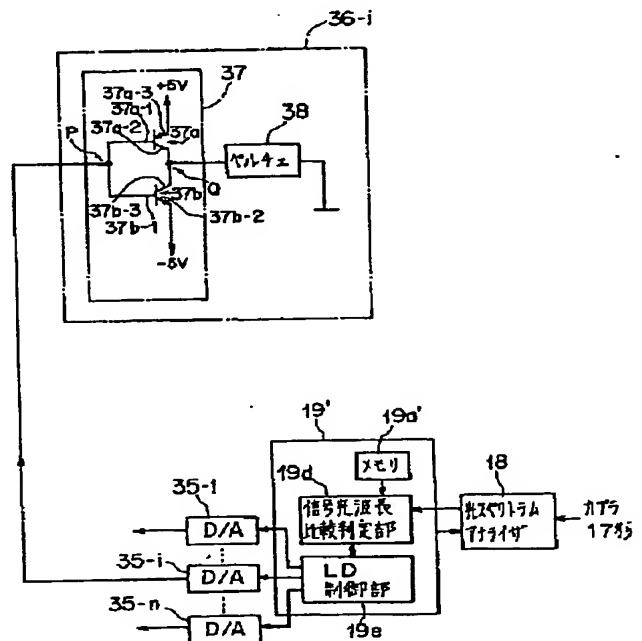
【図 1 2】

本発明の第 1 実施形態の変形例にかかる信号光出力装置の構成を示すブロック図

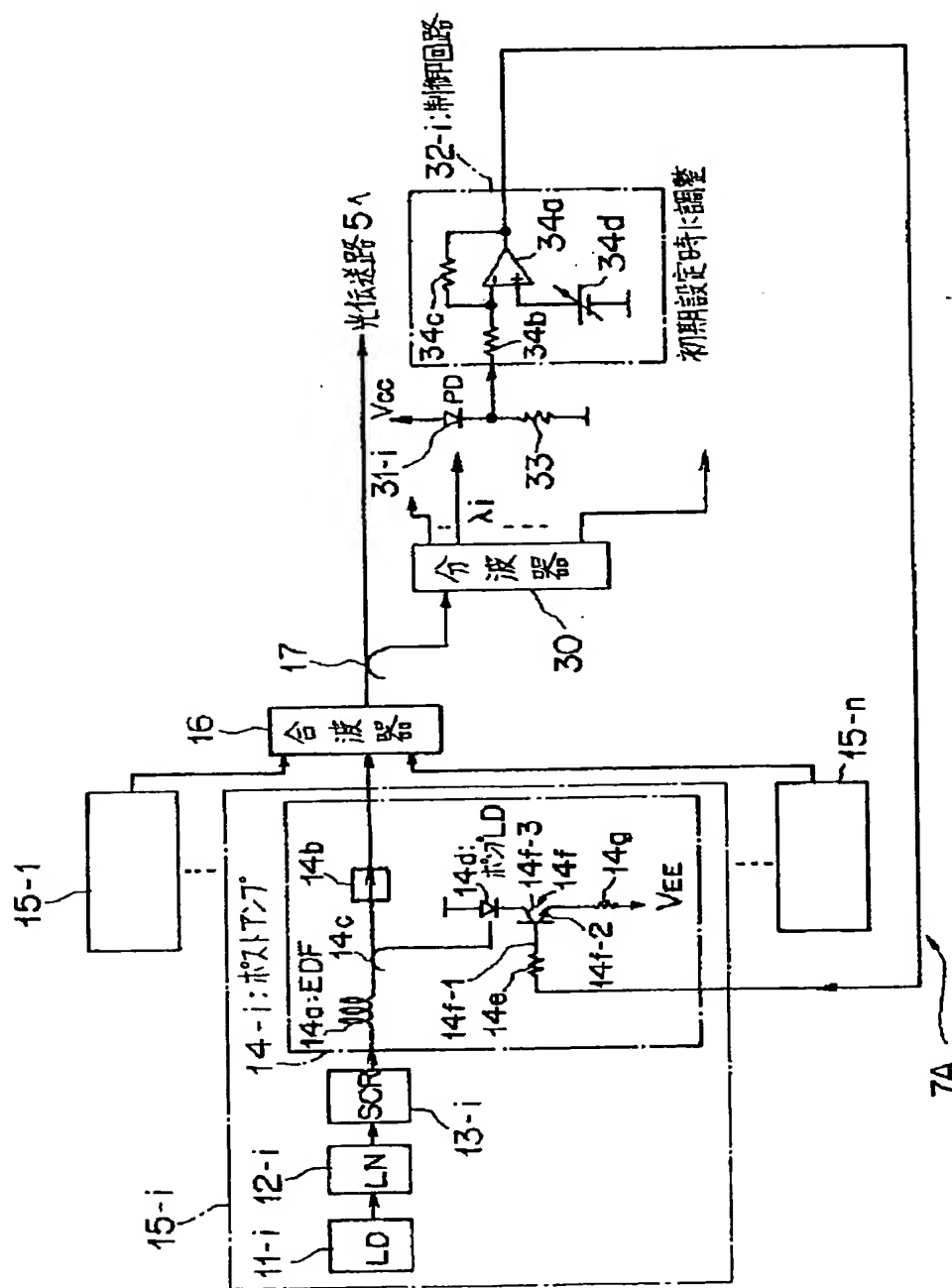


【図 1 5】

本発明の第 2 実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図

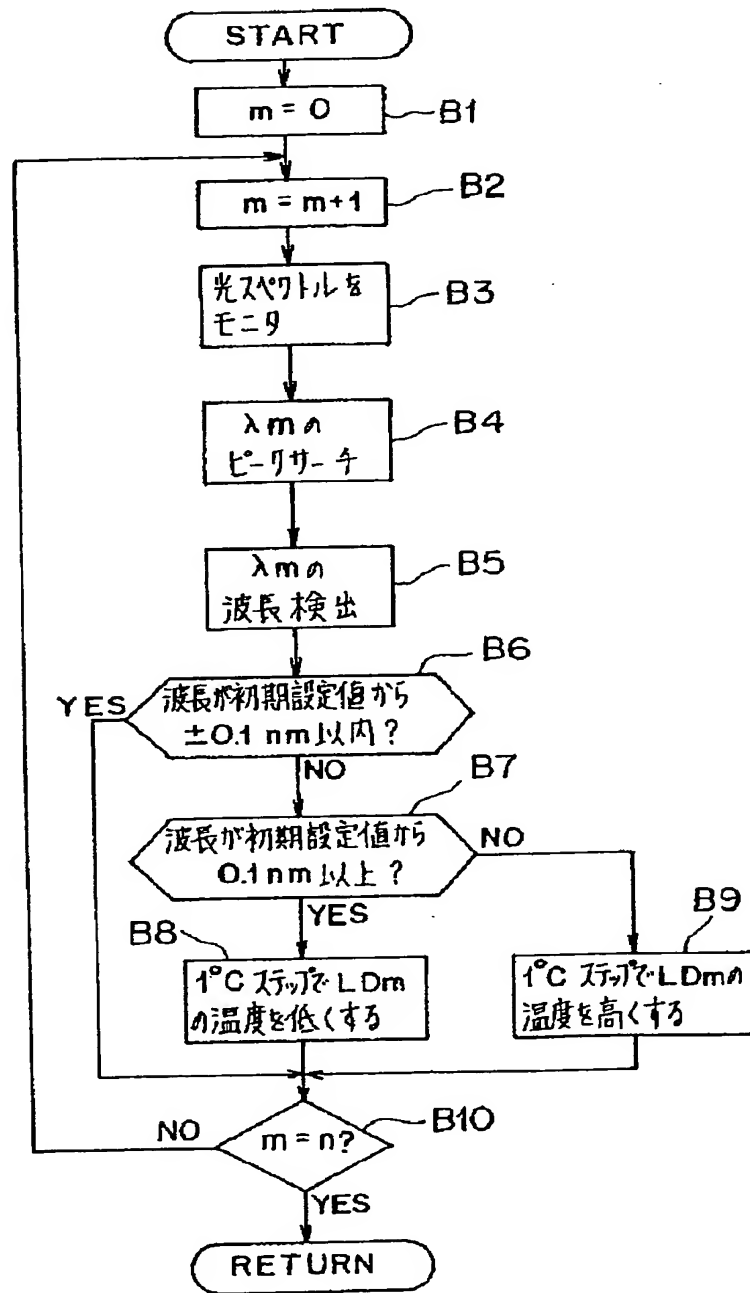


本発明の第1実施形態の変形例にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図



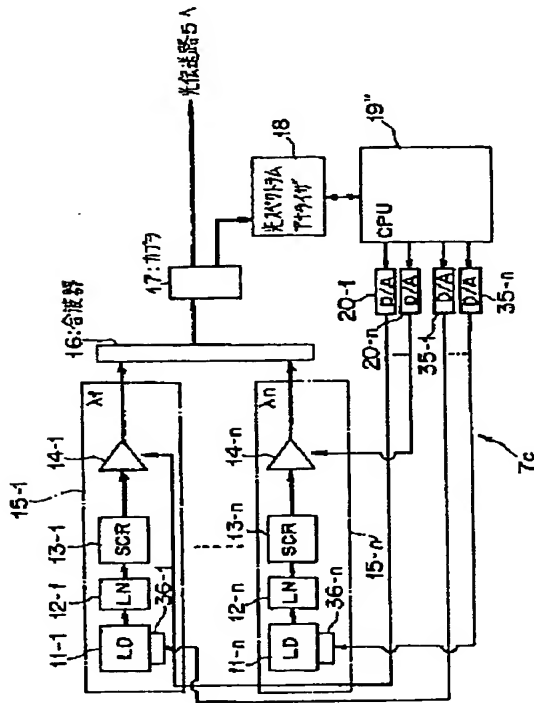
【図 16】

本発明の第2実施形態にかかる信号光出力装置の動作を説明するためのフローチャート



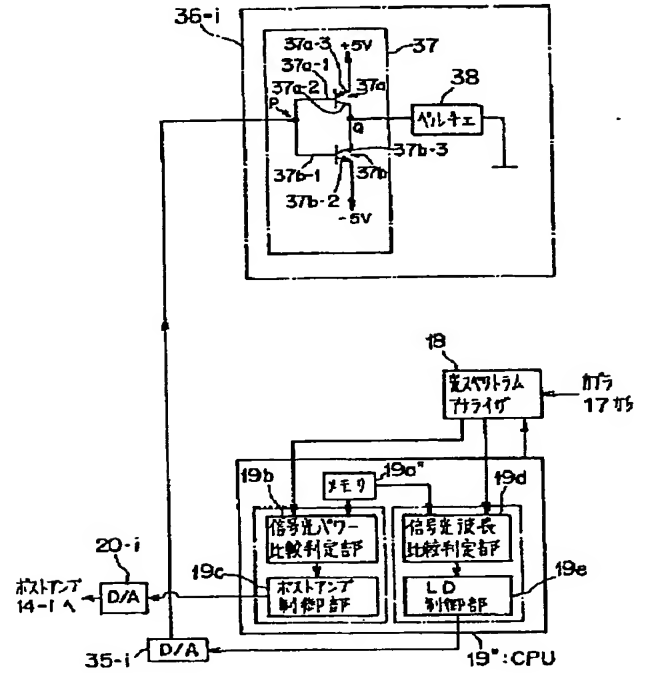
【図 17】

本発明の第3実施形態における信号光出力装置の構成を示すブロック図



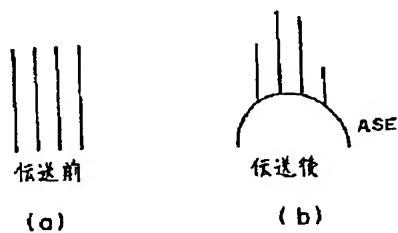
【図 19】

本発明の第3実施形態における信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図

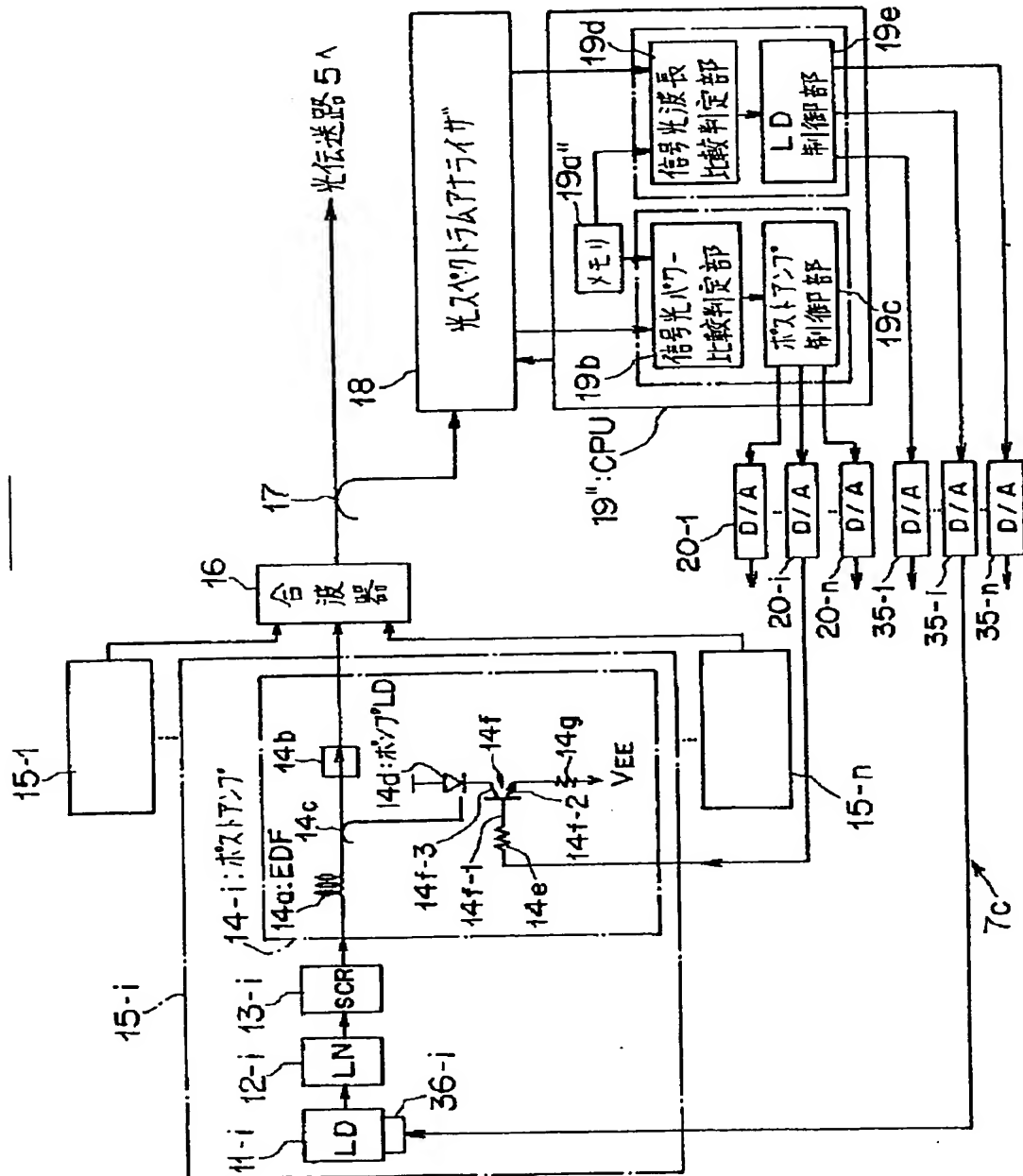


【図 21】

プリエンファシスを行わずに信号光を伝送したときの光スペクトルの一例を示す図



本発明の第3実施形態にかかる信号光出力装置の要部の構成を詳細に示すブロック図



【図 20】

従来の光伝送システムの構成を示す図

